# AÇIKLAMALI GENEL BOTANİK VE BİTKİ ANATOMİSİ ATLASI










Doç. Dr. HÜSNÜ ÇAKIRLAR
Yrd. Doç. Dr. CAHİT DOĞAN
Araş. Gör. EDİBE ÖZMEN


Gözden Geçirilmiş 2. Baskı


PALME YAYINCILIK

# AÇIKLAMALI GENEL BOTANİK VE BİTKİ ANATOMİSİ ATLASI

**Doç. Dr. HÜSNÜ ÇAKIRLAR**
*Hacettepe Üniversitesi*
*Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü*
*Botanik Anabilim Dalı*

**Yrd. Doç. Dr. CAHİT DOĞAN**
*Hacettepe Üniversitesi*
*Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü*
*Botanik Anabilim Dalı*

**Araş. Gör. EDİBE ÖZMEN**
*Hacettepe Üniversitesi*
*Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü*
*Botanik Anabilim Dalı*

Gözden Geçirilmiş 2. Baskı

PALME YAYINCILIK
Ankara, 2010

PALME YAYINLARI: 523

**Açıklamalı Genel Botanik ve Bitki Anatomisi Atlası**

Doç. Dr. Hüsnü Çakırlar, Yrd. Doç. Dr. Cahit Doğan, Araş. Gör. Edibe Özme



*Yayın Koordinatörü* : H. İbrahim Somyürek

*Yayına Hazırlama* : PALME Dizgi-Grafik Tasarım Birimi

*Baskı* : Özkan Matbaacılık

*ISBN* : 978-605-5829-46-9



**PALME**

**YAYIN, DAĞITIM, PAZARLAMA, İÇ VE DIŞ TİCARET LTD. ŞTİ.**

**Merkez: A. Adnan Saygun Cad. No: 10/A Sıhhiye-ANKARA**

**Tel: 0.312-433 37 57 • Fax: 0.312-433 52 72**

**e-mail: palmeyayin@superonline.com, palmeyayincilik@yahoo.com.tr**

**http://www.palmeyayinevi.com**

**Ankara Şubesi** : Olgunlar Sok. No: 4/5 Bakanlıklar/ANKARA Tel: 0.312 417 95 28 Faks: 0.312 419 69 64

**Antalya Şubesi** : Meltem Mah. Dumlupınar Blv. Başkent Sit. No: 4 ANTALYA Tel: 0.242 238 32 09 Faks: 0.242 238 45 02

**İzmir Şubesi** : Kazım Dirik Mah. Ankara Cad. No: 259/C Bornova/İZMİR Tel: 0.232 343 10 77 Faks: 0.232 343 10 78

# ÖNSÖZ

Bu eser, özellikle üniversitelerde genel botanik, bitki anatomisi ve morfolojisi dersleri alan biyoloji, ziraat, eczacılık ve orman mühendisliği öğrencileri için hazırlanmıştır. Aynı zamanda bitki anatomisi alanında çalışma yapan araştırıcılara da faydalı olacağını ümit etmekteyiz. Okullarımızda, biyoloji dersleri veren öğretmenlerimizin de laboratuvar saatlerinde bu eserden yararlanabilecekleri kanaatindeyiz.

Günümüzde yeryüzünde yaklaşık 250.000 adet çiçekli bitki türü bulunmaktadır. Bunlardan yaklaşık 9.300 türü ise ülkemiz sınırları içerisinde doğal olarak yayılış göstermektedir. Bu kadar çok sayıda bitki türüne ait anatomik ve morfolojik özellikleri bir kitapta toplamak mümkün olmadığı için bu konuda yazılmış bitki anatomisi ve genel botanik kitaplarında bulunan ve anatomi dersleri için seçilen model bitkiler materyal olarak kullanılmıştır.

Bu eserde, botanik çalışmalarında kullanılan stereo mikroskop, binoküler mikroskop ve bunların kullanılmasında dikkat edilecek kurallar, botanik laboratuvarında inceleme ortamı olarak kullanılan önemli solüsyonlar, bunların hazırlanışı ve hangi amaçla kullanıldıkları belirtilmiştir. Ayrıca, yine botanik laboratuvarlarında alınan kesit çeşitleri şekillerle açıklanmıştır. Sonra, sırasıyla hücre bilimi içerisinde canlı ve cansız hücre, plastidler, ergastik maddeler, hücre bölünmesi ve hücre çeperi gibi yapılara yer verilmiştir. Doku bilimi içerisinde, meristem ve sürekli dokular gösterilmiştir. Son olarak da organların yapı biliminden kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve ve tohum konuları işlenmiştir. Şekillerin tamamı tarafımızdan el ile alınan kesitlerden Nikon Eclipse E600 mikroskobuna bağlı DS-L1, DS-5M ve Olympus CX41 görüntüleme sistemiyle çekilmiştir. El ile alınması mümkün olmayan kesitlere ait mikrofotoğraflara ise kaynak belirtilerek kitapta yer verilmiştir. Araziden topladığımız ve morfolojik olarak incelenen materyallerin resimleri ise Sony marka Cyber-shot DSC-F717 ve Olympus E330-ADU1X tipi dijital kamerayla çekilmiştir.

Bu eserin hazırlanmasında "Kaynaklar" başlığı adı altında verilen çalışmalardan geniş ölçüde yararlanılmıştır. Bu eserleri bilim dünyasına kazandıran bilim adamlarına teşekkürü bir borç biliriz. Çalışmalarımız sırasında, bize yardımcı olan Dr. Burcu Bursalı, Araş. Gör. İlginç Kızılpınar ve Uzman Haşim Altınözlü'ye teşekkür ederiz. Kitap hakkındaki yapıcı önerileri ve eleştirilerinden yararlandığımız Prof. Dr. Sadık Erik'e şükranlarımızı sunarız. Ayrıca tüm dikkat ve gayretlerimize rağmen, eserde olabilecek hataların düzeltilmesi için yapılacak eleştiri ve önerileri saygıyla karşılayacağımızı da belirtmek isteriz.

Bu eserin tüm öğrencilerimize ve konuya ilgi duyan genç araştırıcılara faydalı olmasını dileriz.

Saygılarımızla,

Doç. Dr. Hüsnü ÇAKIRLAR    Yrd. Doç. Dr. Cahit DOĞAN

Araş. Gör. Edibe ÖZMEN

# İÇİNDEKİLER

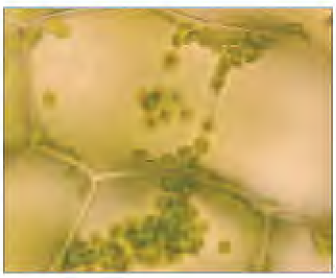
Bölüm 1



## MİKROSKOP, KESİT ALMA VE KESİT ÇEŞİTLERİ, BOTANİK LABORATUVARLARINDA KULLANILAN İNCELEME ORTAMLARI, PREPARAT HAZIRLAMA



Bölüm 2



## HÜCRE BİLİMİ (SİTOLOJİ)

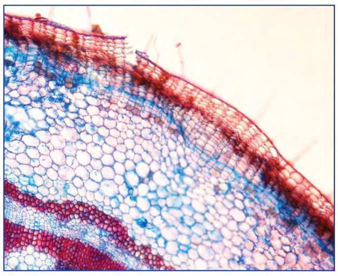


Bölüm 3



## DOKU BİLİMİ (HİSTOLOJİ)

Bölüm **4**



## ORGANLARIN YAPI BİLİMİ (ORGANOGRAFİ) VEGETATİF ORGANLAR

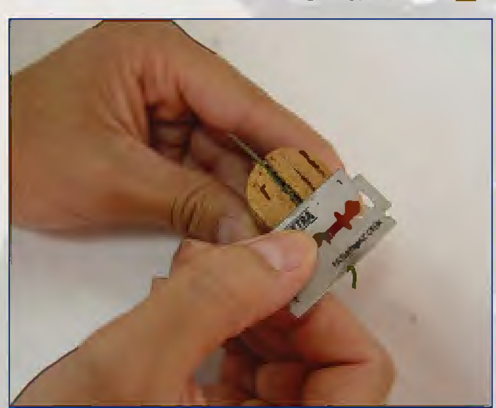


Bölüm **5**



## GENERATİF ORGANLAR

Bölüm 1



# MİKROSKOP, KESİT ALMA VE KESİT ÇEŞİTLERİ, BOTANİK LABORATUVARLARINDA KULLANILAN İNCELEME ORTAMLARI, PREPARAT HAZIRLAMA

# 1. MİKROSKOP

Görme gücümüz sınırlıdır. Normal olarak çıplak gözle 0.1 mm (100 $\mu$m)'den daha küçük cisimleri göremeyiz. Başka deyişle gözümüzle aralarındaki mesafe ancak100 $\mu$m olan iki cismi ayrı ayrı görebiliriz. Eğer iki cisim arasındaki mesafe 90 $\mu$m ise tek bir obje olarak görülür. Bunu şu şekilde sınayabiliriz; beyaz bir kağıt üzerine birbirine çok yakın iki paralel çizgi çizer ve kağıttan yavaş yavaş uzaklaşırsak belirli bir mesafeden sonra çizgileri ayrı ayrı göremez ve tek bir çizgi halinde görmeye başlarız. Görme gücümüz görüş açısına bağlıdır. **Görüş açısı;** bir cismin iki ucunu gözümüze birleştiren doğrular arasındaki açıdır. Görüş açısı belirli bir dereceden az olduğu zaman görme kaybolur. Normal görüş uzaklığımız 25-30 cm'dir. Bu uzaklıktan ancak 0.1 mm çapındaki bir cismi görebiliriz. Cisim daha büyük bile olsa uzaklaştığımız zaman görüş açısı küçüleceğinden görme kaybolabilir.

**Görme gücü** (resolving power) ile **büyütme** (magnification) farklı kavramlardır. Örneğin karanlık gecelerde bir otomobilin farları uzaktan bir tek ışık lekesi halinde görülür.

Gözümüze eşit görme gücü olan bir fotoğraf makinesi ile çekilen resimde de tek bir ışık lekesi çıkar. Bu resmi ne kadar büyütürsek büyütelim farları ayrı ayrı görmemiz mümkün olmaz. Ayrıntılar görülmediğinden bu şekildeki büyütme **"boş büyütme"** olarak tanımlanır. Bu nedenle küçüklüğünden veya uzaklığından dolayı göremediğimiz cisimleri görme gücü daha yüksek olan optik aletler yardımıyla inceleme yollarına başvururuz. Mikroskop da bu optik aletlerden biridir.

Standart laboratuvar mikroskopları iki mercek sisteminden oluşan (objektif ve oküler) bileşik mikroskoplardır.

Toplam büyütme iki merceğin büyütmelerinin çarpımı ile elde edilir. Toplam büyütmede büyük pay objektiften gelir ve objektifin özellikleri büyütmeyi etkiler.

Işık mikroskobunun görme gücü iki faktör tarafından belirlenir;

- Kullanılan ışığın dalga boyu

-Objektif NA'sı.

NA, numerical apertür kelimelerinin kısaltılmış şeklidir ve bir merceğin geçirebileceği ışık demetinin çapı ile büyütmek istenilen cismin içinde bulunduğu ortamın kırılma indeksi ile ilgili bir özelliktir.

$$\text{Ayırt etme sınırı (d)} = \frac{\lambda}{2 \times NA}\text{'dır.}$$

Ayırt etme sınırı, iki noktanın ayrı olarak görülebilmesi için aralarındaki minimum uzaklık şeklinde tanımlanabilir. Ayırt etme sınırı küçüldükçe görme gücü artar.

NA= n x sin $\alpha$'dır. Bu formülde n ortamın kırılma indeksi, $\alpha$ ise objenin her bir noktasından objektife ulaşan ışık konisindeki açının yarısıdır. Mikroskopta bulunan objektifler üzerinde NA değerleri kazınmış olarak bulunur. Hazırladığız preparatlarda lamel ile objektif arasında hava bulunur ve kırılma indeksi n= 1'dir. $\alpha$ açısı $90^{o}$'den büyük olamaz. Buna göre de NA 1'den büyük olamaz. NA'nın ulaşabileceği değer 0.95'tir. Çünkü objektif ile lamel arasındaki mesafe sıfıra ulaşamaz.

NA'yı artırmak için objektifle obje arasındaki ortamın kırılma indeksini artırmak gerekir. Bu iş için özel immersiyon yağı kullanılır ve bu maddenin kırılma indeksi n= 1,515'dir.

İmmersiyon yağı sadece özel olarak yapılmış immersiyon objektiflerinde kullanılır. Eğer $\alpha$ açısı 67.5 $^{o}$ ise NA=1,515 $\times$ 0,92=1,40 olur. Buna göre ayırt etme sınırı;

$$(d) = \frac{\lambda}{2 \times NA_{obj}} \text{ 'olur.}$$

Eğer $\lambda$=550 nm (yeşil ışık) kullanırsak,

$$(d) = \frac{550 \text{ nm}}{2 \times 1,40} = 200 \text{ nm} = 0,2\ \mu\text{m}.$$

0.2 $\mu$m ışık mikroskobunda ulaşılabilecek en yüksek ayırt etme sınırıdır. Kaba bir hesapla, iyi bir immersiyon objektifi kullanılırsa, bir ışık mikroskobunun ayırt etme gücü kullanılan ışığın dalga boyunun yarısı kadardır. Eğer mikroskobun ayırt etme sınırı bilinirse, maksimum yararlı büyütme hesaplanabilir.

250 mm (25 cm) uzaklıkta insan gözünün ayırt etme sınırı 0,1-0,2 mm kadardır. Mikroskobun ayırt etme sınırı 0,2 $\mu$m olduğuna göre yararlı büyütme;

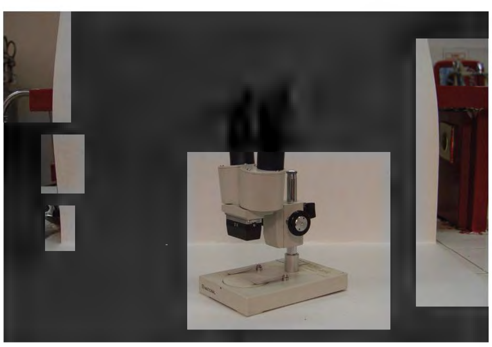
500-1000 $\times$ $NA_{obj.}$ aralığında değişir.

Eğer objektifin NA'sı 1,4 ise maksimum yararlı büyütme 1400 olacaktır.

## 1.1. Botanik Laboratuvarında Kullanılan Mikroskop Tipleri

### a) Stereo mikroskop

Botanik laboratuvar çalışmalarında inceleyeceğimiz bazı materyallerin çeşitli organ ve dokularının iç yapılarını çıplak gözle görmemiz mümkün değildir. Bunun için genellikle optik aletlere gereksinim duyulmaktadır. Bazı materyaller küçük büyütmeyle incelenebiliyorsa bu durumda basit mercek sistemine sahip bir ışıklı ya da elektrikle aydınlatılan stereo mikroskop kullanılabilir (Şekil 1. 1 a-b).



a



b

**Şekil 1.1. a.** Işıklı stereo mikroskop ve **b.** Elektrikli stereo mikroskop

**b) Işık mikroskobu**

Ancak organ ve dokuların ince yapısını iyice görebilmek, inceleyebilmek için çok daha fazla büyütmeli optik aletlere gereksinim duyulmaktadır. Botanikte bu iş için kullanılan alet, ışık kaynağına göre aynalı ya da elektrikli mikroskoptur (Şekil 1. 2 a-b).



**a**



**b**

**Şekil 1.2. a.** Aynalı mikroskop ve **b.** Elektrikli mikroskop.

İncelemelerimizi yapabilmemiz için kullandığımız mikroskopları iyi tanımamız ve kolayca kullanabilmemiz gereklidir. Laboratuvarlarımızda gördüğümüz ve kullandığımız mikroskobun ilk ve en basit modelini 1665 yılında Robert HOOK yapmıştır. Bundan sonra çeşitli tipte ve büyütmelere sahip mikroskoplar geliştirilmiş ve hala da bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

## 1.2. Mikroskobun Mekanik ve Optik Kısımları

Genel olarak bir mikroskop mekanik ve optik parçalar olmak üzere iki kısımda incelenmektedir (Şekil 1. 3).

**1.2.1. Mekanik kısım:** Mikroskop ayağı, gövdesi, tablası, tüpü, kolu, diyaframı, makro ve mikro vidalardan oluşmaktadır.

**a) Mikroskop ayağı:** Genellikle çeşitli metallerden yapılmış ağır ve iyi denge sağlayacak nal veya yuvarlak şekilde olup, mikroskobun bütün ağırlığını taşıyan kısmıdır.

**b) Mikroskop gövdesi:** Mikroskobun diğer parçalarının tespit edildiği oynar ya da sabit madeni bir kısımdır.

**c) Mikroskop tablası:** Kare ya da daire şeklinde olan ve ortasında aynadan veya ampülden gelen ışığın geçmesine yarayan bir deliği bulunan kısımdır. İncelenecek preparatlar tabla üzerine lam için uygun yuvaya yerleştirilir ve sıkıştırılır. Bu kısım makro ve mikro vidanın yardımıyla yukarı ve aşağı yönde hareket edebilir. Ayrıca, preparat konumlama düğmeleri (vidaları) yardımıyla mikroskop tablası sağa-sola ya da ileri-geri hareket edebilir. Bu tabla üzerinde bulunan koordinat sistemi ile incelenen materyalin konumu da belirlenebilir.

**d) Mikroskop tüpü:** Eski tip mikroskoplarda iç içe geçmiş iki madeni borudan oluşan bu kısım, yeni nesil mikroskoplarda kısalarak, okülerler ve revolver arasında, kendi etrafında $360^0$ dönebilen bir sistem haline getirilmiştir.

**e) Mikroskop kolu:** Kol kısmı bir uçta objektif ve okülerlerden oluşan sistemi, ortasında mikroskop tablasını taşır ve diğer uçta ise ayakla bağlantılıdır.

Mikroskopların taşınmasında bu kısımdan destek alınır. Bu sırada kol kısmı ile mikroskop dik olarak tutulur ve ayak kısmı da diğer el ile desteklenir.

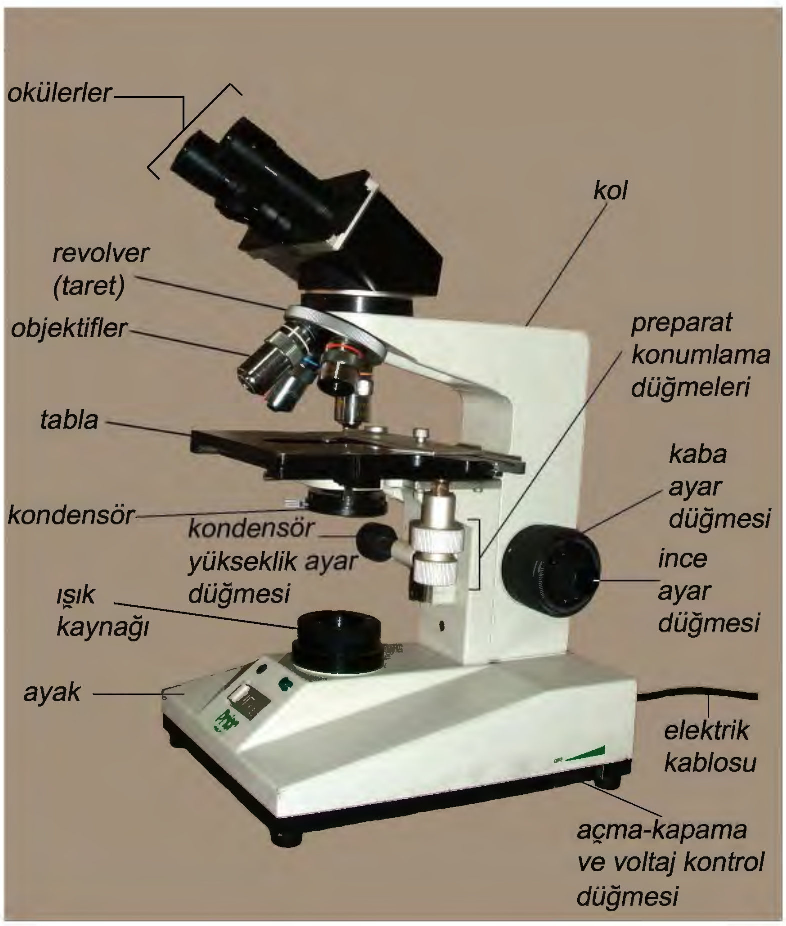
**f) Diyafram:** Objeden geçen ışınlar göze ulaşarak retina üzerinde görüntünün oluşmasını sağlar. Burada ışığın şiddetinin yeterli olması oldukça önemlidir. Işığın şiddeti diyafram ile ayarlanmaktadır.

**g) Makro ve mikro vida:** Büyütme esnasında objenin görülebilmesi için objektif ile aralarında belli bir mesafe bulunması gerekmektedir, buna çalışma mesafesi denir. İncelenecek obje görüntü alanına alındıktan sonra kaba ayar makro vida, ince ayar ise mikro vida ile yapılmaktadır.

**1.2.2. Optik kısım:** Oküler, kondansatör, objektifler ve bu objektifleri taşıyan revolver adı verilen kısımlardan oluşmaktadır.

**a) Oküler:** Mikroskobun modeline ve markasına göre farklı büyütmelere sahip, mikroskoba baktığımız yakınsak bir mercektir.

**b) Kondansatör:** Tablanın hemen altında yer alır. Bu kısım aynadan ya da ampülden gelen ışığın objenin üzerine yoğunlaştırılmasına yarar. Aynalı mikroskoplarda ışınların odaklanmasında kullanılan aynanın bir tarafı konkav diğer tarafı ise düzdür. Işık, obje üzerine aynanın konkav yüzeyi ile odaklandırılır.




**Şekil 1.3.** Elektrikli ışık mikroskobu ve kısımları.

**c) Revolver (taret):** Bir, iki, üç, dört ya da daha fazla objektif takılmasına yarayan ve mikroskop tüpünün alt ucunda bulunan dönme özelliğine sahip kısımdır. Revolvere takılan objektiflerdeki mercekler de yakınsak merceklerdir. Mikroskopta incelediğimiz objeyi görebilmemiz yakınsak mercek olan objektifte elde edilen gerçek hayalin, oküler yardımı ile büyütülmüş zahiri hayale çevrilmesi ile sağlanmaktadır.

## 1.3. Mikroskop Kullanılmasında Dikkat Edilecek Kurallar

**a)** Mikroskobu kullanmaya başlamadan önce, mikroskobun her tarafı yumuşak ve temiz bir bezle silinmelidir. Objektif ve okülerler merceklere zarar vermeyecek solüsyonlara (camsuyu, alkol vb.) batırılmış bir optik bez/kağıt yardımıyla temizlenmelidir.

**b)** Mikroskop tablası ve objektiflerin mikroskop tekniğinde kullanılan ayıraçlar ile temas etmesine izin verilmemelidir.

**c)** Tabla üzerindeki preparatlar alınmadan önce mikroskop en küçük objektife getirilmelidir.

**d)** Mikroskobun hareketli kısımları hiçbir zaman zorlanmamalıdır. Görevlilerden teknik yardım istenmelidir.

**e)** Görüntü elde edilirken, önce en küçük objektif, daha sonra istenilen büyüklüğü sağlayacak objektifler sırasıyla kullanılmalıdır.

**f)** Mikroskopta inceleme yaparken her iki göz de kullanılmalıdır. Şekil çizerken ise sol göz ile görüntü incelenirken, sağ göz mikroskobun sağında bulunan kağıda şekil çizmekte kullanılmalıdır.

**g)** İnceleme işlemi bittikten sonra mikroskop en küçük objektife getirilerek bırakılmalıdır.

**h)** Mikroskop ile çalışma sona erdiğinde bir örtü ile örtülmeli veya kutusuna konmalıdır.

**i)** Mikroskop bir masadan diğer bir masaya taşınacaksa alet yere yatay olarak tutulmalı ve dikkatle götürülmelidir.

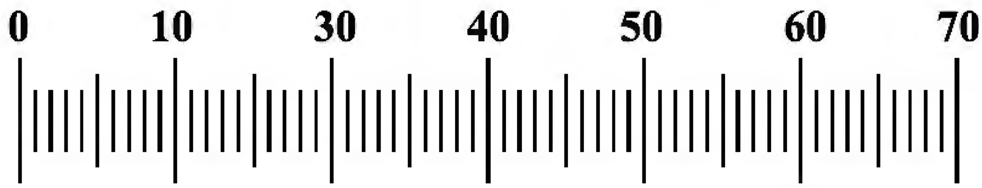
**j)** Uzak mesafelere taşınmada ise mikroskop mutlaka kutusuna konularak, mevcut malzeme ile sabitlenmelidir.

**k)** Mikroskobun dönen veya kayan kısımları yağlıdır. Burada kullanılan yağ zamanla sertleşmektedir. Bu nedenle mikroskobun hareketli kısımlarının en az iki yılda bir, yetkili bir servis (teknisyen) tarafından bakımı yapılmalıdır.

## 1.4. Mikroskopta Kalibrasyon ve Ölçme Yöntemi

Birçok durumda, oküler ve objektif büyütmelerini çarparak toplam büyütmeyi tam olarak saptayamayız. Bu nedenle hazırladığımız preparatlarda objelerin boyutlarının tam olarak kaç $\mu m$ olduğunu belirlemek için, oküler mikrometresi ve milimetrik lamı kullanarak bir kalibrasyon işlemine gerek vardır. Kalibrasyon her objektif için ayrı ayrı yapılmalıdır. Bu işlem özellikle fotoğrafide ve direkt ölçmelerde önemlidir.

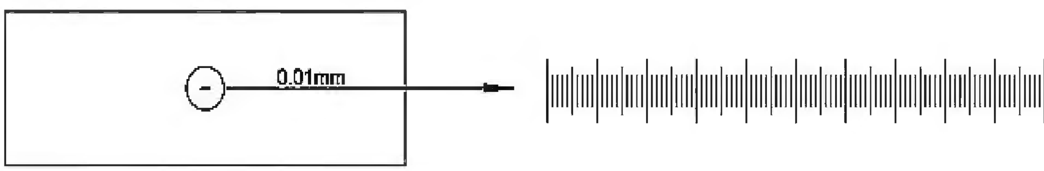
Mikroskopta oküler merceklerinden birinde, üzerinde ince bölmeler bulunan cam disk bulunur. Bu oküler mikrometresidir ve görüntü alanındaki objelerin boyutlarını ölçmede kullanılır (Şekil 1.4).




**Şekil 1.4.** Oküler mikrometresi ve skalası.

Oküler mikrometresi, milimetrik lam ile kalibre edilir (Şekil 1.5). Milimetrik lam üzerinde 100 eşit parçaya bölünmüş standart 1 mm'lik bir skala bulunur. Bu skalada her birim 0.01 mm (10 $\mu$m)'dir.

Her bir aralık = 0.01 mm'dir (1 mm =1000 $\mu$m; 0,1 mm = 100 $\mu$m; 0,01 mm= 10 $\mu$m).

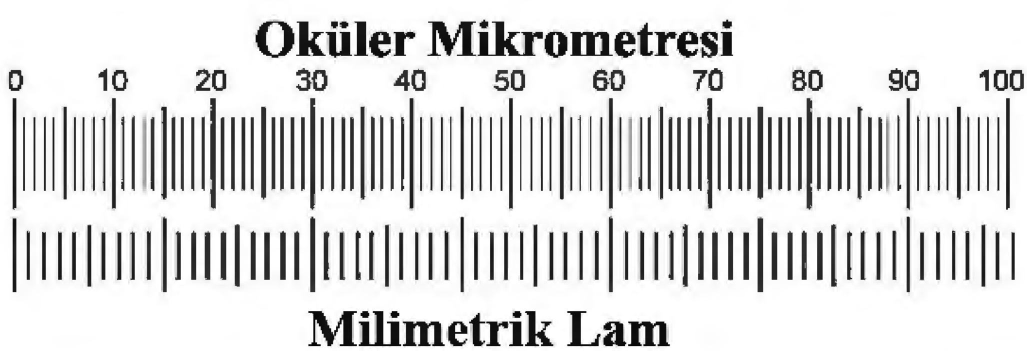



**Şekil 1.5.** Milimetrik lam ve skalası.

Kalibrasyon işlemini yapmak için:

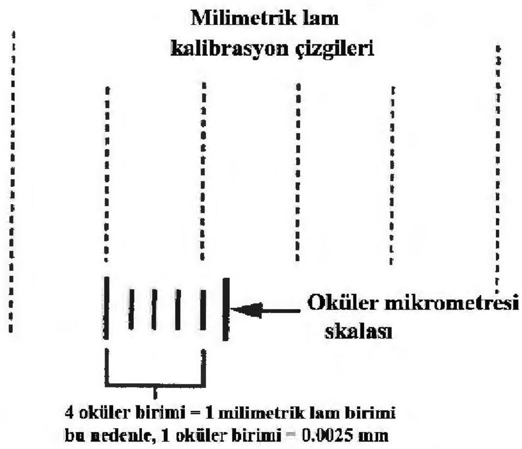
**a)** Milimetrik objeyi mikroskop tablasına yerleştiriniz ve bir objektif seçiniz (Örn: 10x objektif).

**b)** İçinde mikrometrenin bulunduğu oküleri çevirerek ve mikroskop tablasında bulunan milimetrik lamı hareket ettirerek başlangıç çizgilerini çakıştırınız (Şekil 1.6). 15 oküler birimi, milimetrik lamın 10 birimine eşitse, bu durumda 1 oküler birimi: 0,01 × 10/15= 0.00666 = ~ 0,007 mm = ~ 7 $\mu$m olur.




**Şekil 1.6.** Oküler mikrometresi ve milimetrik lamın kalibrasyon sırasında çakıştırılması.

**c)** Milimetrik lamın iki çizgisi arasında (1 milimetrik lam birimi) bulunan oküler mikrometresi birimlerini sayınız. Milimetrik lamda her bir küçük birim 0,01 mm'dir. Örneğin 4 oküler birimi saydıysanız kullandığınız objektif için 1 oküler mikrometresi birimi 0,0025 mm'dir (Şekil 1.7).




**Şekil 1.7.** Bir oküler biriminin, milimetrik lam yardımıyla milimetre cinsinden hesaplanması.

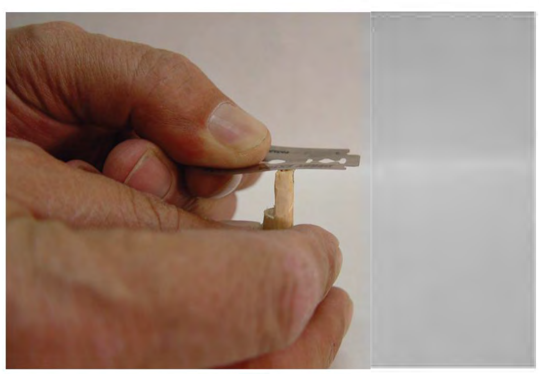
**d)** Başka bir objektifi çeviriniz (Örn: 40x) ve bir önceki işlemi tekrar ederek her bir oküler mikroskop biriminin kaç milimetreye karşılık geldiğini bulunuz.

Çalıştığınız mikroskopta her bir objektif için yaptığınız hesaplama sonuçlarını tablo haline getirerek, saklayabilirsiniz. Bu sayede her kullanımda tekrar tekrar kalibrasyon yapmanıza gerek kalmayacaktır.

## 1.5. Kesit Alma ve Kesit Çeşitleri

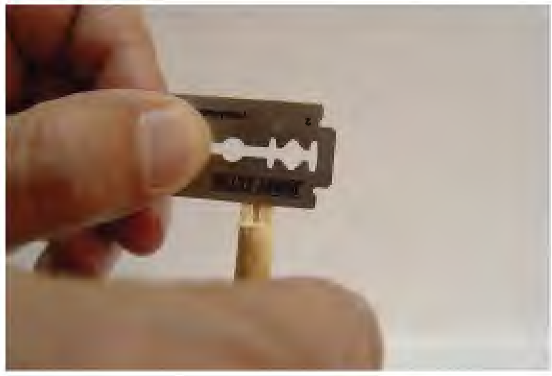
Botanik laboratuvar çalışmalarında incelenecek preparatlar materyallerin dokularından elde edileceği için bu dokulardan çok ince bir tabaka halinde kesit almak gerekmektedir. Alınacak kesitlerin hangi yönde olacağı amaca göre değişmektedir. Botanik laboratuvar çalışmalarında genelde aşağıda belirttiğimiz şekilde beş tip kesit alınmaktadır.

**a) Enine kesit:** İncelenecek materyalin, uzun eksenine dikey olan düzlemden alınan kesittir (Şekil 1. 8).



**Şekil 1.8.** Enine kesit alınışı.

**b) Boyuna radyal (ışınsal) kesit:** İncelenecek materyalin, uzun eksenine paralel doğrultuda merkezden geçen düzlemlerden alınan kesittir (Şekil 1. 9).



**Şekil 1.9.** Boyuna radyal (ışınsal) kesit alınışı.

**c) Boyuna teğetsel kesit:** İncelenecek materyalin, uzun eksenine paralel teğetsel yönden alınan kesittir (Şekil 1. 10).



**Şekil 1.10.** Boyuna teğetsel kesit alınışı.

**d) Yüzeysel kesit:** İncelenecek materyalin, en dış kısmından, alt ya da üst yüzeyinden alınan kesittir (Şekil 1. 11).



**Şekil 1.11.** Yapraktan yüzeysel kesit alınışı.

**e) Materyalden kazıntı:** İncelenecek materyalin, amacına uygun olarak herhangi bir dokusundan jilet ya da bistürü ucuyla kazıntı şeklinde alınan materyalle hazırlanan kesittir (Şekil 1. 12).



**Şekil 1.12.** Materyalden kazıntı alınarak preparat hazırlama.

**f) Meşe mantarı veya strafor kullanma:** Yaprak ya da buna benzer sert olmayan materyallerden kesit alırken meşe mantarından veya strafor'dan (polistiren=köpük) yararlanabilirsiniz (Şekil 1. 13 a-b). Bunun için kesit alacağınız materyali mantar veya strafor içinde bir jilet yardımıyla açacağınız yarığa yerleştirerek kesit alabilirsiniz. Aldığınız kesitin çevresindeki mantar veya köpük parçalarını ortamda uzaklaştırarak preparatınızı hazırlayabilirsiniz.



**a** **b**

**Şekil 1.13. a.** Mantar içine gömülmüş ve **b.** Strafor içine gömülmüş materyalden kesit alınması.

## 1.6. Botanik Laboratuvarlarında Kullanılan İnceleme Ortamları

**a) Lugol solüsyonu (iyot-potasyum iyodür):**

Gerekli malzemeler

0,5 g IK (Potasyum iyodit)

1 g $I_2$ (Metalik iyot)

100 ml Distile su

**Hazırlanışı:** Metalik iyot tek başına suda erimediği için, potasyum iyodit yardımıyla eritilmektedir. Belirtilen miktarlarda metalik iyot ve potasyum iyodit temiz bir havan içine konur ve üzerine bir miktar distile su ilave edilerek iyice ezilir. Bunun üzerine geri kalan distile su ilave edilerek iyice karıştırılır. Hazırlanan lügol solüsyonu koyu renkli şişelerde veya karanlık bir yerde ağzı kapalı bir şekilde saklanmalıdır.

Hazırlanan lügol solüsyonu hem nişastanın hem de hücrelerin nükleuslarının boyanmasında ve incelenmesinde kullanılmaktadır.

**b) Gliserin:**

Gerekli malzemeler

50 ml Gliserin

50 ml Distile su

Fenilik asit

**Hazırlanışı:** Piyasada bulunan gliserin % 100 yoğunluğa sahiptir. Botanik laboratuvarlarında kullanacağımız gliserinin yoğunluğu ise genel olarak % 50 olmalıdır. Bunun için yukarıda belirtilen miktarda gliserin ve distile su temiz bir beherde birbirleriyle karıştırılır. Sonra küflenmeyi önlemek için bu solüsyonun içine birkaç damla fenilik asit ilave edilir. Ağzı kapalı temiz şişelere konarak muhafaza edilir.

% 50'lik gliserin solüsyonu, preparatlardaki kesitleri saydamlaştırmak ve preparatları dehidrate etmek için kullanılmaktadır.

**c) Kloral hidrat:**

Gerekli malzemeler

160 g Kloral hidrat

100 ml Distile su

**Hazırlanışı:** Belirtilen miktarda kloral hidrat temiz bir behere konur ve üzerine distile su ilave edilir. Kloral hidrat miktarı distile sudan fazla olduğu için erime işlemi uzun bir sürede gerçekleşmektedir. Erime tamamen gerçekleştikten sonra kloral hidrat solüsyonu temiz ve ağzı kapalı şişelerde saklanmalıdır.

Kloral hidrat solüsyonu, preparatlardaki kesitleri saydamlaştırmak ve hücre içeriğini ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır.

**d) Floroglisin:**

Gerekli malzemeler

1 g Floroglisin

100 ml % 95'lik Etil alkol

**Hazırlanışı:** Belirtilen miktarda floroglisin temiz bir behere konur ve üzerine etil alkol ilave edilir. Meydana gelen solüsyon ilk hazırlandığında açık sarı renktedir. Sonra ışıktan rengi koyu kırmızı bir renge dönüşür.

Floroglisin preparatlarda bulunan kesitlerdeki odunlaşmış dokuları boyamak için kullanılmaktadır. Bu dokuları boyamak için alınan kesitler önce inceleme ortamı olarak kullanılan distile su içine alınır. Preparattaki distile su bir filtre kağıdı yardımıyla bir taraftan çekilirken diğer taraftan preparata bir iki damla floroglisin ilave edilir. Yaklaşık bir veya iki dakika beklenir ve bu süre sonunda bu solüsyon da filtre kağıdı ile bir taraftan çekilirken diğer taraftan preparata % 25'lik HCl (Hidroklorik asit) ilave edilir. Eğer kesitimizde odunlaşmış bölgeler varsa, bu bölge koyu kırmızı bir renk alır.

#### e) Hidroklorik asit:

Gerekli malzemeler

69,4 ml % 36'lık HCl (hidroklorik asit)

30,6 ml Distile su

**Hazırlanışı:** Piyasada ticari amaçla satılan HCl genelde % 36 yoğunluktadır. Botanik laboratuvarlarında kullanılan HCl'in yoğunluğunun ise % 25 olması gerekmektedir. Belirtilen miktarda distile su temiz bir beher içerisine konur ve üzerine yavaş yavaş HCl ilave edilir. Hazırlanan solüsyon temiz, ağzı kapalı cam şişelerde muhafaza edilmelidir.

Hidroklorik asit ligninin (odunun) incelenmesinde kullanılmaktadır.

#### f) Alkol (% 70):

Gerekli malzemeler

72,5 ml % 96,6'lık Etil alkol

27,5 ml Distile su

**Hazırlanışı:** Piyasada ticari amaçla satılan Etil alkol genelde % 96,6 yoğunluktadır. Botanik laboratuvarlarında genelde % 70'lik etil alkol kullanılmaktadır. Belirtilen miktarda etil alkol temiz bir ölçekli kap içerisine konur ve üzerine distile su ilave edilir.

Hazırlanan % 70'lik etil alkol, preparatlardaki hava kabarcıklarının ortamdan uzaklaştırabilmek için kullanılmaktadır.

#### g) Sudan III:

Gerekli malzemeler

0,1 g Sudan III

50 ml % 95'lik Etil alkol

50 ml % 50'lik Gliserin

**Hazırlanışı:** Sudan III alkolde eritilir, sonra üzerine gliserin ilave edilir. Sudan III bir anilin boyasıdır. III rakamı bu boyayı üreten fabrikanın verdiği ticari bir rumuzdur.

Sudan III, yağları, kütin ve suberini boyamak için kullanılan bir solüsyondur. Preparat hazırlarken lam üzerine bir damla solüsyon konur ve alınan

kesitler bunun içine gömülür. Sonra üzerine lamel kapatılır, preparat küçük bir alevin üzerinde hafifçe ısıtılır. Boyanması gereken yerler hemen boyanır. İnceleme ortamının renksiz olması için preparatın bir tarafından bir damla su verilir diğer tarafından ise bir filtre kağıdı yardımıyla Sudan III dışarıya alınır. Kütinleşmiş veya suberinleşmiş tabakalar turuncu bir renge boyanır.

**h) Asetokarmin:**

Gerekli malzemeler

55 ml Distile su

45 ml Asetik asit

0,5 g Asetokarmin

Demir tozu (çok az miktarda)

**Hazırlanışı:** Yukarıda belirtilen kimyasal maddeler bir erlene konur. Bu karışım, benmari içerisinde ara sıra çalkalanarak beş dakika kaynatılır. Hazırlanan karışım soğutulduktan sonra, süzülür ve renkli şişelerde saklanır.

Bu solüsyon kromozomları boyamak için kullanılmaktadır. Öğrenci laboratuvarlarında mitoz bölünmeyi incelemek için aşağıda belirttiğimiz yöntem önerilmektedir:

1. Kuru soğanlar, 3-4 gün önceden su dolu beherlere yerleştirilerek ılık ve loş bir yerde köklenmeye bırakılır.

2. Köklenen soğanlardan uygun uzunluktaki kökler (0,5-2 cm) pens yardımı ile koparılarak içinde 4-5 ml asetokarmin çözeltisi bulunan küçük bir behere alınır (kök sayısı çalışacak öğrenci sayısından bir miktar fazla olmalıdır). Köklerin uygun uzunlukta büyümesi ile çalışma zamanı her zaman uygun olmayabilir. Bu durumda kökler yeterli uzunluğa ulaşınca uygun bir fiksatife alınmalıdır.

3. İçinde boya ve kökler bulunan beher, tahta maşa ile tutularak, bek üzerinde iki taşım kaynatılır (bu işlem için ısıtıcı tabla da kullanılabilir).

4. Laboratuvar görevlisi pens yardımı ile elinde lam bulunan her öğrenciye işlem görmüş bir kök parçası verir.

5. Öğrenci lam üzerindeki kök parçasının meristematik bölgeden 1-2 mm'lik kısmı kalmak üzere jilet yardımıyla keser ve fazlasını atar.

6. Lam üzerinde kalan ve meristematik bölgeyi içeren kök ucu üzerine bir damla taze boya veya su konur, lamel kapatılır. Lamel üzerine kurutma kağıdı konur ve başparmağın bombesinden yararlanarak, lameli kaydırmadan hücreleri birbirinden ayırmak için ezme yapılır. Ezmenin daha iyi olabilmesi için kurşun kalemin arkası ile lamel üzerine vurulabilir.

7. Eğer kirlenme varsa lam'ın altı gazlı bez yardımı ile silinir.

8. Mikroskopta incelemeye geçilir.

**i) Anilin mavisi:**

Gerekli malzemeler

0,5 g Anilin mavisi

100 ml Asetik asit (% 3'lük)

Distile su

**Hazırlanışı:** 0,5 g boya 100 ml % 3'lük asetik asit içinde kaynatılır. Soğuduktan sonra süzülür ve kullanmadan önce 1/3 oranında distile su ile seyreltilir.

### j) Astra mavisi:

Gerekli malzemeler

0,5 g Astra mavisi

100 ml Asetik asit (% 3'lük)

**Hazırlanışı:** 0,5 g astra mavisi 100 ml % 3'lük asetik asit içinde çözülür. 1 gece beklenir ve süzülür.

### k) İkili boyama:

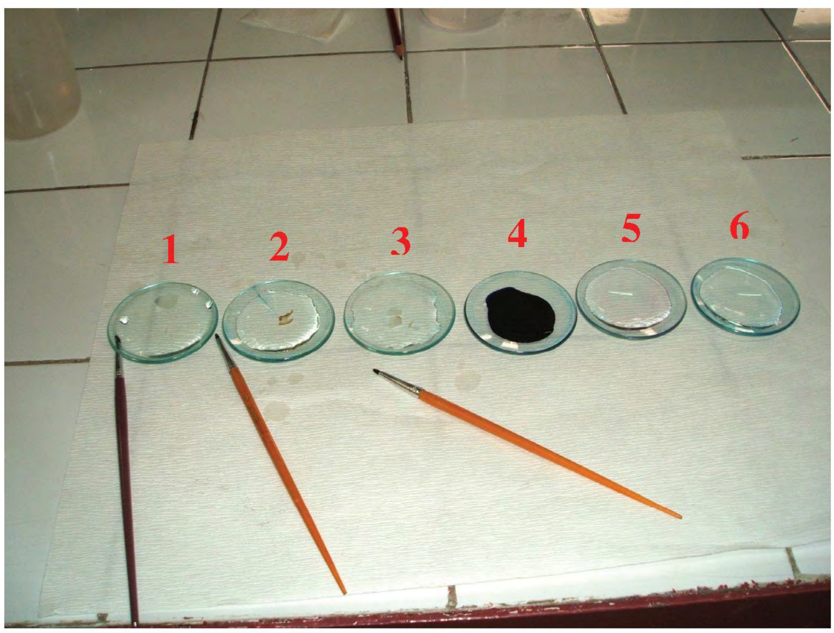
Gerekli malzemeler

Anilin veya Astra mavisi

Safranin

**Hazırlanışı:** İkili boyama yapmak için anilin/safranin veya astra mavisi/safranin, 9/1 oranında karışım hazırlanır.

**İkili Boyama Yöntemi:** Şekil 1.14'de görüldüğü gibi saat camlarına sodyum hipoklorit (çamaşır suyu)'in % 50 seyreltik çözeltisi (1), saf su (2-3), ikili boya karışımı (anilin/safranin 9/1 veya astra mavisi/safranin 9/1) (4) ve yine saf su (5-6) ortamları hazırlanır.




**Sekil 1.14.** İkili boyama yöntemi için hazırlanmış bir ortam.

Alınan kesitler (kök, gövde vb.) renk açılımı sağlamak için hipoklorit çözeltisine konur. Sulu boya fırçası yardımı ile kesitler sırasıyla 2 ve 3 numaralı su ortamından geçirilir. Kesitler ikili boya karışımında 9-10 saniye gibi kısa bir zaman bekletilir (4). Daha sonra sırasıyla 5 ve 6 numaralı su ortamlarında yıkanıp, incelenmek üzere preparatın hazırlanmasına geçilir.

**I) Lignin boyama:**

Lignin bir karbonhidrat olmamakla beraber kimyasal özellikleri bakımından karbonhidratlara benzerlik gösterir. Kimyasal yapı bakımından Fenil propan türevleridir. Bitki hücrelerinde özellikle sekonder çeper yapısına katılırlar. Lignin, hücre çeperini meydana getiren selüloz misellerin arasına girerek bitki dokularında odunlaşma dediğimiz oluşumun meydana gelmesine neden olur. Böyle odunlaşmış dokuları incelerken daha iyi görüntü elde etmek için lignin boyama yöntemini kullanmamız gereklidir. Bu yöntemde; lam üzerine bitkinin kök veya gövdesinden alınan ince kesitler konur, bu kesitlerin üzerine preparatın bir kenarından floroglisin damlatılır. Floroglisin tüm lamel alanını kapsadıktan sonra yine preparatın aynı kenarından bir damla HCl damlatılırken diğer taraftan kurutma kağıdı yardımı ile ortamdaki floroglisin çekilir. Bu iki kimyasal maddenin lignin ile reaksiyonu sonucunda lignin içeren hücre çeperleri kırmızı bir renk alır.

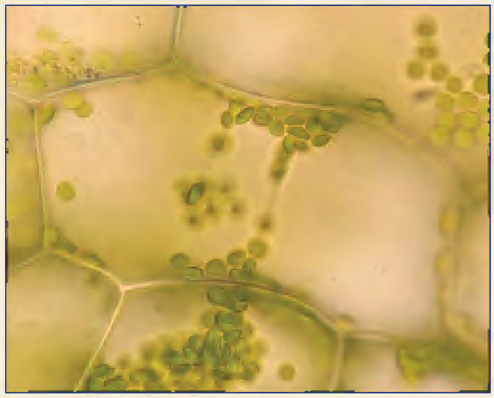
## 1.7. Preparat Hazırlama

Preparat hazırlamadan önce lam ve lamelinizin temiz olmasına dikkat ediniz. Eğer lam ve lameliniz temiz değilse bir gazlı bez yardımıyla iyice temizleyiniz. Lam üzerine bir damla inceleme ortamı sıvısı damlatınız (Şekil 1. 15). Jilet veya bistürü ile incelenecek materyalden amacınıza uygun şekilde ince birkaç kesit alınız. Aldığınız kesitleri inceleme ortamı sıvısı üzerine katlanmayacak veya ters dönmeyecek şekilde dikkatlice bırakınız. Kesitlerinizin inceleme ortamı sıvısı içinde hava kabarcıkları kalmayacak şekilde gömülmesini sağlayınız. Eğer kesitleriniz tamamen gömülmemişse bunların üzerine bir damla daha inceleme ortamı sıvısı ilave ediniz. İnceleme ortamı sıvısı ile kesitlerin bulunduğu yere lameli 45°'lik bir açı ile yaklaştırınız ve lamelin açısını küçülterek yavaşça bırakınız. Lamel kenarına inceleme ortamı sıvısı taşmışsa bu fazla sıvıyı bir kurutma kağıdı yardımıyla temizleyiniz. Preparatınız hazır hale gelmiştir. Mikroskopta en küçük objektiften başlayarak materyalinizi incelemeye geçebilirsiniz.



**Şekil 1.15.** Preparatın incelemeye hazır hale getirilmesi.

Bölüm 2



# HÜCRE BİLİMİ (SİTOLOJİ)

# 2. HÜCRE

Hücre ve hücre yapılarının keşfedilmesi büyüteç ve özellikle mikroskoptaki gelişmelerle ilgilidir. Eğik yüzeylerin bazı optik özellikleri M.Ö. 300 yılından beri bilinmesine rağmen ancak 17. yüzyılda Anton van Leeuweenhoek ve onun çağdaşlarının uygun mercekleri kullanarak mikroskobu yapmasıyla basit gözlemler yapılabilmiştir. 1665 yılında R. Hooke yaptığı basit mikroskopla mantar dokusu ile diğer bitki dokularını incelemiş ve bu dokuların küçük odacıklardan yapıldığını kaydederek **"hücre"** terimini kullanmıştır. 1838 ve 1839 yıllarında M. J. Schleiden bitki dokularını, T. Schwenn hayvan dokularını inceleyerek "Tüm canlılar hücrelerden meydana gelmiştir" diyerek **"hücre teorisi"**nin temellerini atmışlardır.

Daha sonraki yıllarda bilim ve teknolojinin gelişmesi ve buna bağlı olarak mikroskop teknolojisinin gelişmesiyle hücrelerin ayrıntılı yapısı ortaya çıkarılmıştır. Bitki ve hayvan hücrelerinin genel yapılarında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de verilen model hücrelerde bu farklılıklar görülmektedir. Unutmamalıyız ki ışık mikroskobu ile incelediğimiz herhangi bir hücrede model hücrelerde gösterilen **organel** veya alt yapıların hepsini bir arada göremeyiz.

Tipik bir bitki hücresi hücre duvarı ve protoplasttan meydana gelmiştir. Protoplazma kelimesinden türevlenmiş olan **protoplast** hücre duvarı ile sınırlanmış yapıyı kapsar. Protoplast, **sitoplazma** ve **nükleustan** ibarettir.

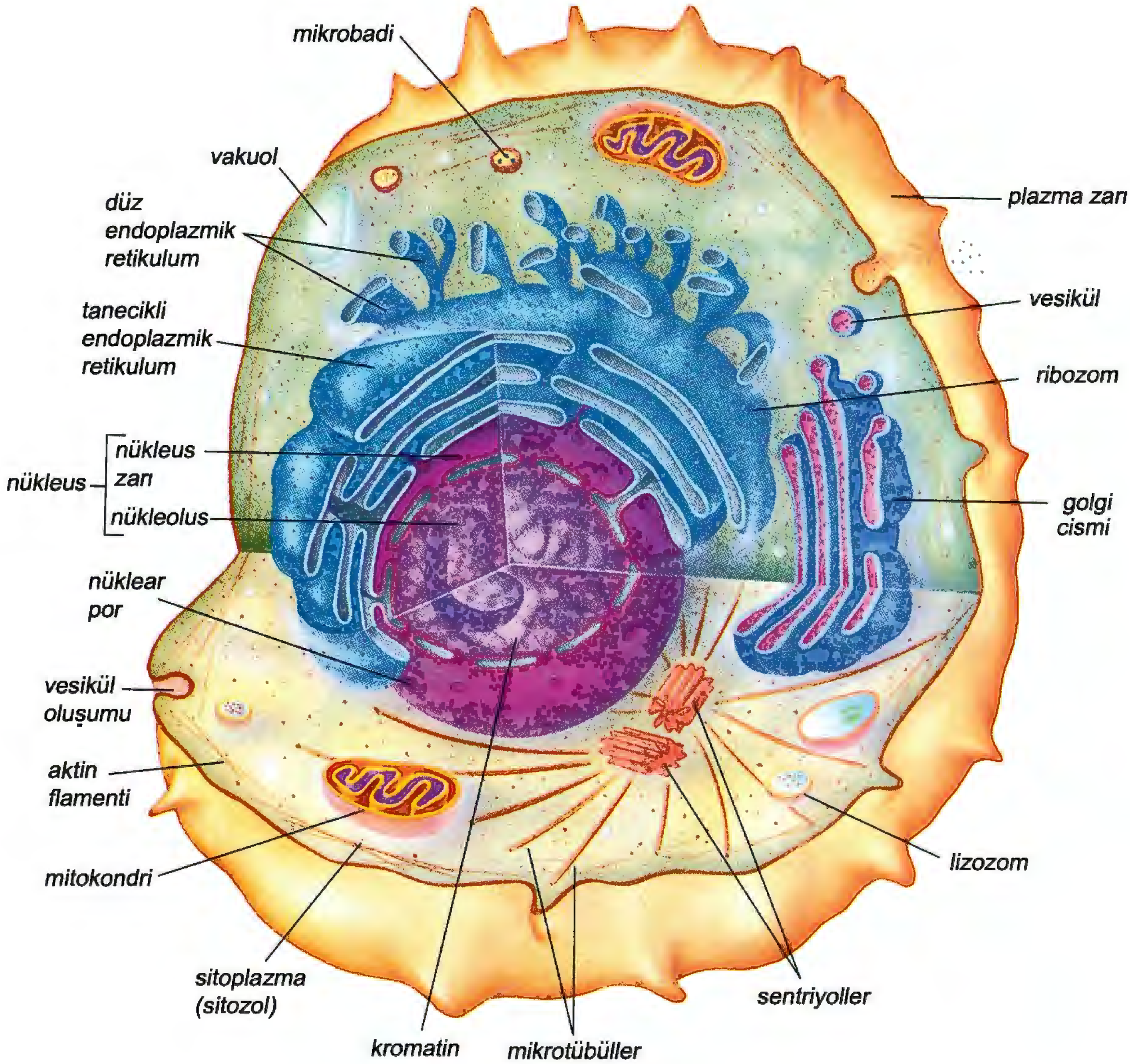
Sitoplazma, membranla çevrili yapıları (**plastid** ve **mitokondri** gibi organeller), membran sistemlerini **(endoplazmik retikulum** ve **diktiyozom)**, **ribozom**, **aktin flamentleri** ve **mikrotübül** gibi yapıları bulundurur. Sitoplazmanın geri kalan kısmı **sitoplazmik matriks** veya **sitosol** olarak adlandırılır. Nükleus ve diğer yapılar sitoplazmik matriks içinde gömülü olarak bulunur. Sitoplazmayı hücre duvarından ayıran sınır **plazma membranıdır**. Birçok hayvan hücresinin aksine bitki hücrelerinin sitoplazmasında bir veya daha fazla sayıda **vakuol** bulunmaktadır. Vakuolu sınırlandıran membrana ise **tonoplast** adı verilir.

Canlı bitki hücrelerinde sitoplazma sık sık hareket halindedir. Hücre içi ve hücrelerarası madde değişimini sağlayan bu hareketler **"sitoplazmik hareketler"** olarak adlandırılır. En güzel örneklerini elodiya (*Elodea canadensis* Rich.) yaprakları ve telgraf çiçeği (*Tradescantia* L.) bitkisinin stamen tüylerini inceleyerek görebiliriz.

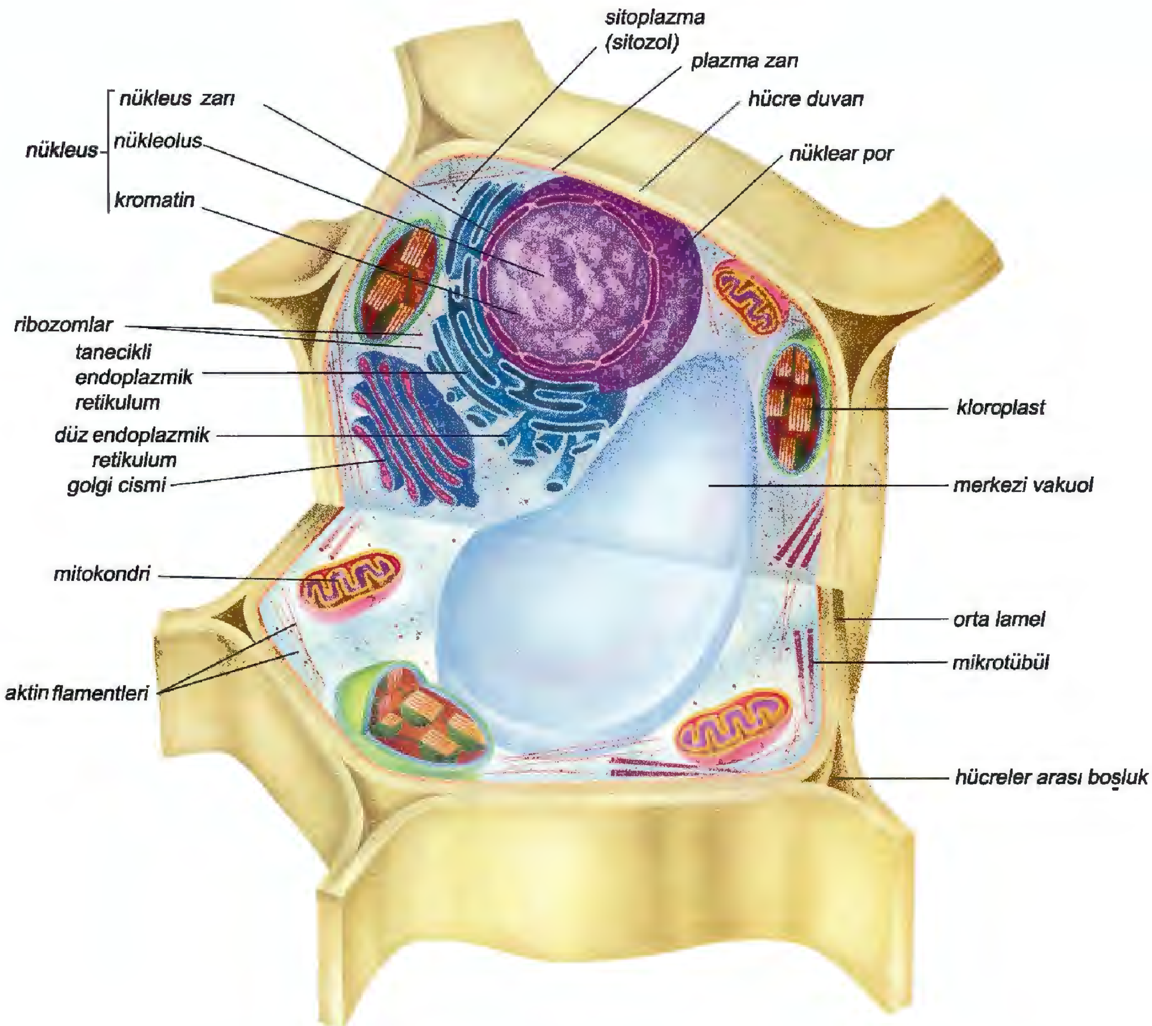
Bitkiyi oluşturan organ ve dokuların temel birimi olan hücrelerin tamamı canlı olmayabilir. Yani incelediğimiz dokulardaki hücrelerin bir kısmı (mantar hücreleri, su ileten borular gibi) görevleri gereği canlı değildir.

## 2.1. Hayvan ve Bitki Hücresinin Genel Yapısı

Model hücrelerde şematize edilen ve hücre içeriğini oluşturan tüm yapıları (bazı organeller ve membran sistemleri), büyütme gücünün özelliği gereği, ışık mikroskobu ile görmek mümkün değildir. Bu nedenle, teorik derslerde, gelişmiş mikroskoplarda fotoğraflanmış yapıların incelenmesini bir yana bırakarak ışık mikroskobu ile görebildiğimiz yapıları inceleyeceğiz.

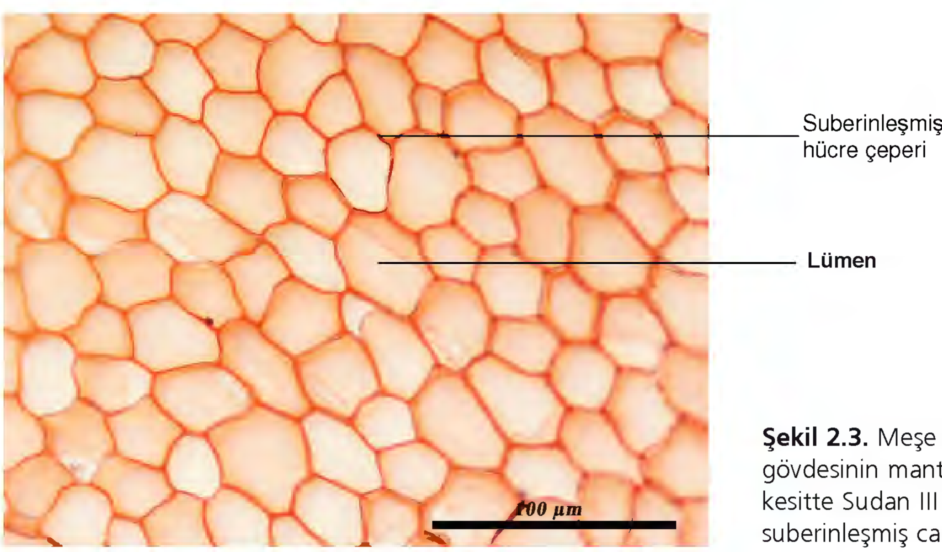



**Şekil 2.1.** Hayvan hücresi modeli (Mader, 1996).



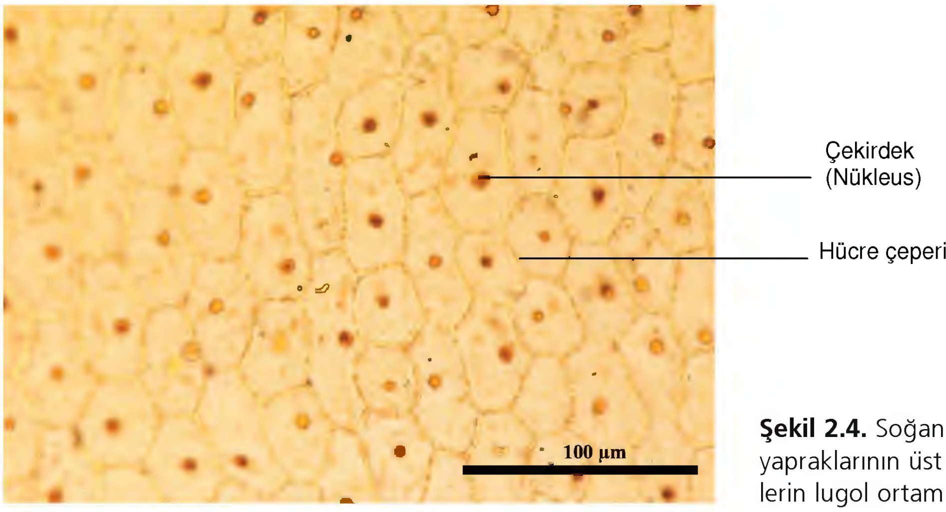

**Şekil 2.2.** Bitki hücresi modeli (Mader, 1996).

### a) Cansız hücre




**Şekil 2.3.** Meşe (***Quercus suber*** L.) gövdesinin mantar dokusundan alınan kesitte Sudan III ortamında çeperleri suberinleşmiş cansız hücreler.

**b) Canlı hücre**




**Şekil 2.4.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın etli yapraklarının üst epidermisindeki canlı hücrelerin lugol ortamında görünüşü.

## 2.2. Hücrede Sitoplazmik Hareketler

**a) Rotasyon hareketi**




**Şekil 2.5.** Elodiya (***Elodea canadensis*** Rich.)'nın yaprak hücrelerinde görülen rotasyon hareketi (Aynı görüntünün belirli bir zaman aralığı ile fotoğraflanmış olan **a, b, c** ve **d** şekillerinde hücre içindeki düzenin değişimi hareketin varlığını göstermektedir. Ancak hareketi izlemenin en iyi yolu canlı gözlem yapmaktır.) ve **e:** bir ***Elodea canadensis*** hücresinin genel görünüşü.

**b) Sirkülasyon hareketi**



a



b



c



d




e

**Şekil 2.6.** Telgrafçiçeği (***Tradescantia*** L.) stamen tüy hücrelerinde görülen sirkülasyon hareketi (Aynı görüntünün belirli bir zaman aralığı ile fotoğraflanmış olan **a, b, c** ve **d** şekillerinde hücre içindeki düzenin değişimi hareketin varlığını göstermektedir. Ancak hareketi izlemenin en iyi yolu canlı gözlem yapmaktır.) ve **e.** bir stamen tüyü hücresinin genel görünüşü.

## 2.3. Plastidler

Plastid terimi, çeşitli fizyolojik fonksiyonları olan, aralarında çok sayıda forma dönüşebilen ve kalıtılabilen organel sınıfını ifade eder. Zigota genellikle maternal (proplastidler döllenme esnasında yumurta hücresinden gelir) olarak kalıtılırlar. Çift membranla çevrili bu organeller çember şeklinde kendi DNA'larına sahiptirler. Meristematik hücrelerde ve reproduktif dokularda **proplastid** olarak bulunurlar. Proplastidler diğer plastidlerin öncüsüdür. Bulunduğu organa ve yapacağı göreve göre şekil alırlar. Karanlıkta büyüyen bitkilerin yaprak hücrelerindeki prolameller yapıya sahip plastidlere **etiyoplast** adı verilir.

Olgun plastidler renk maddesi taşıyıp taşımadıklarına göre **kloroplast, kromoplast** ve **levkoplast** olarak sınıflandırılır. Kloroplastlar ve kromoplastlar renk maddesi taşırken, levkoplastlar renksiz plastidlerdir.

### a) Kloroplastlar

Fotosentezin gerçekleştiği bu plastidler, klorofil ve karetonoid pigmentlerini bulundurur. Alg ve yüksek bitkilerde sayı ve şekilleri farklıdır. Yaprak mezofil hücrelerinde çapları 4-6 $\mu$m olan disk şeklinde 40-50 sayıda kloroplast bulunabilir.

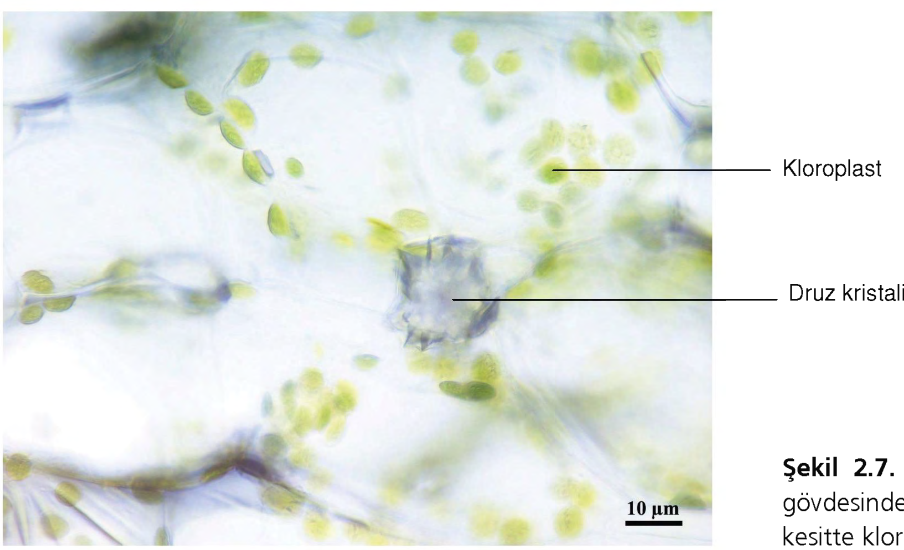
### b) Kromoplastlar

Pigmentli plastidlerdir. Klorofil bulundurmazlar ama karetonoid pigmentleri sentezleyebilirler. Sarı, kırmızı ve turuncu renkte olan bu plastidler çiçek petallerinde, meyvelerde ve bazı köklerde bulunur. Esas görevi tam olarak anlaşılamamasına rağmen, bulunduğu organa renk vererek böcek ve diğer hayvanları çekimleyerek tozlaşmada, meyve ve tohumların taşınmasında rol oynadığı kabul edilmektedir.

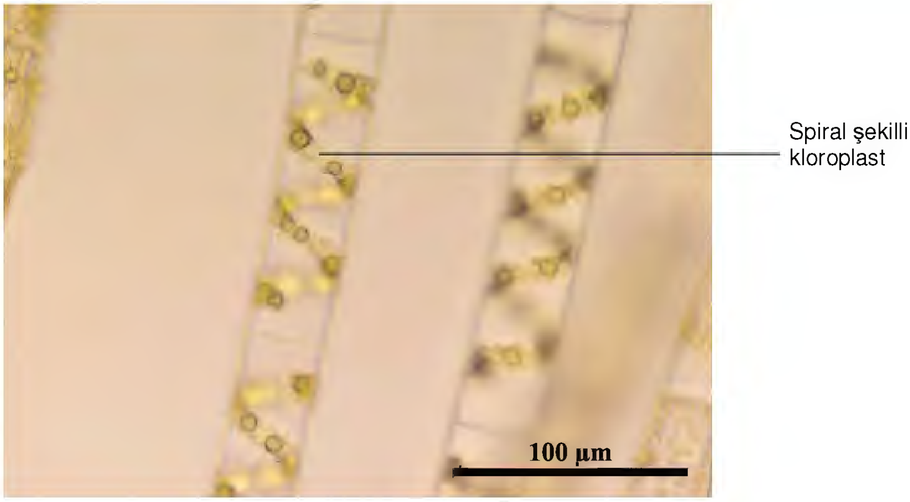
### c) Levkoplastlar

Renksiz plastidlerdir. Genellikle kök gibi ışık görmeyen organlarda veya yaprak epidermis hücrelerinde olduğu gibi fazla ışık alan dokularda da bulunabilmektedir. Levkoplastlar gördükleri fizyolojik fonksiyon temeline göre gruplara ayrılabilir. Nişasta biriktirenler **amiloplast**, yağ biriktirenler **elaioplast**, protein bulunduranlar ise **proteinoplast** adını alır.

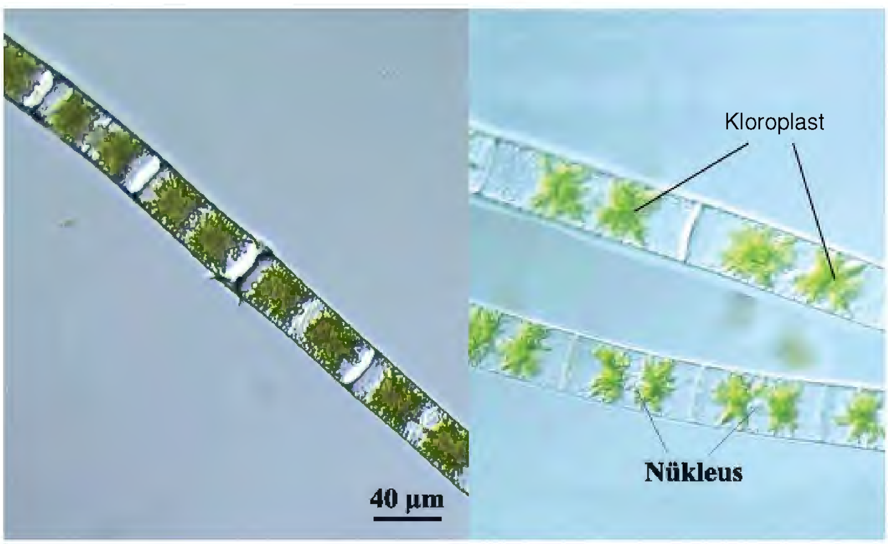
**Kloroplastlar**




**Şekil 2.7.** Kaynanadili (***Opuntia Mill.***) gövdesinden alınan enine ya da boyuna kesitte kloroplastlar ve druz kristali.

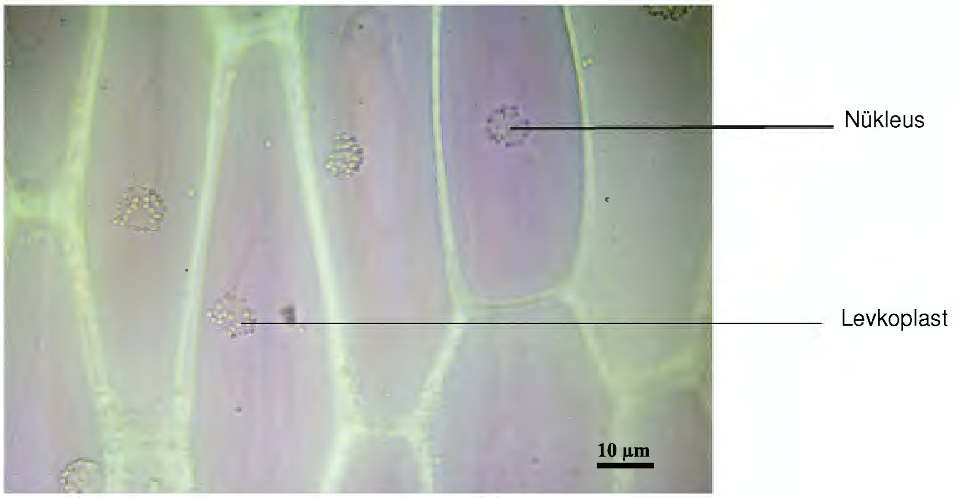



**Şekil 2.8.** İpliksi alglerden, ***Spirogyra*** Link.'da spiral şekilli kloroplastların görünüşü.

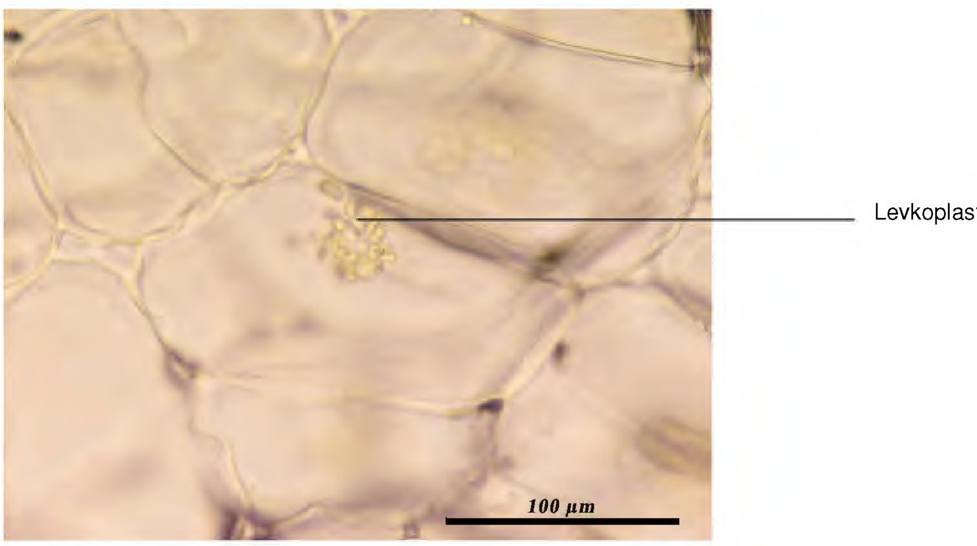



**Şekil 2. 9.** İpliksi alglerden, ***Zygnema*** Agardh'da yıldız şekilli kloroplastların görünüşü (http://www.keweenawalgae.mtu.edu/ALGAL_IMAGES/charophyceans/Zygnema_n27_osceolaplant1_20125.jpg,http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/Chlorophyta/Zygnema/Zygnema. jpg).

**Levkoplastlar**

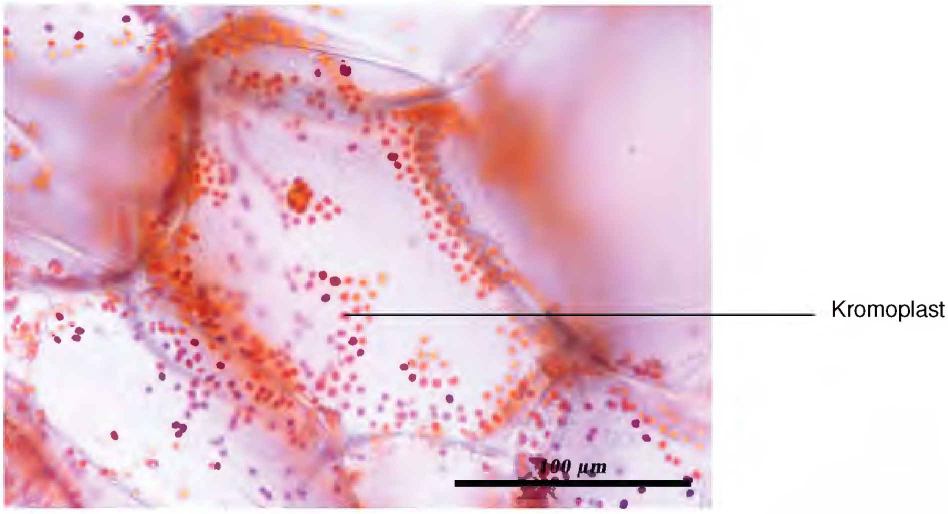



**Şekil 2.10.** Telgraf çiçeği **(*Tradescantia*** L.**)** yaprağının alt epidermisinden alınan yüzeysel kesitte, nükleusun etrafında yer alan levkoplastlar.




**Şekil 2.11.** Patates **(*Solanum tuberosum*** L.**)**'in yumru gövdesinde peridermin hemen altındaki hücrelerde, nükleusun etrafında yer alan levkoplastlar.

**Kromoplastlar**




**Şekil 2.12.** Kırmızı biber **(*Capsicum annuum*** L.**)**'in meyvesinden alınan enine ya da boyuna kesitte kromoplastlar.

## 2.4. Ergastik Maddeler

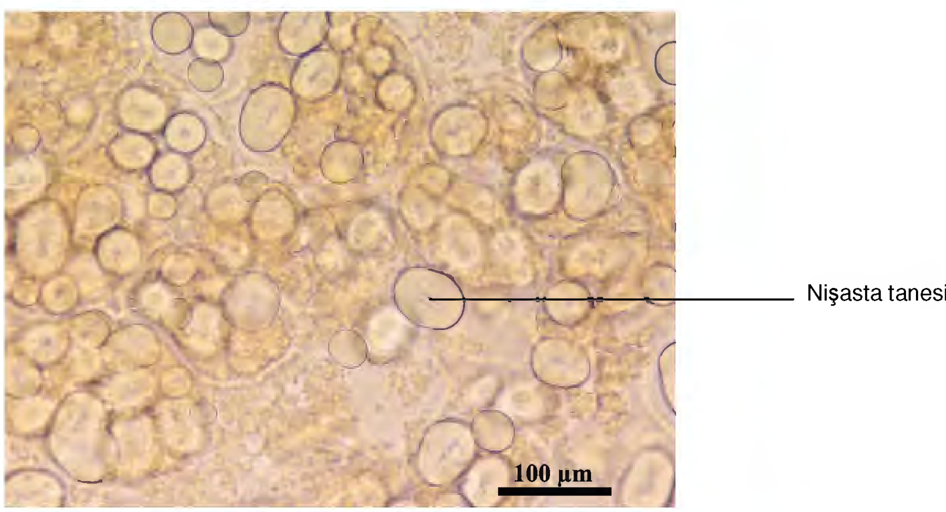
Ergastik maddeler protoplastın pasif ürünleridir. Bazıları depo ürünü, bazıları da atık ürünlerdir. Bu maddeler hücrenin hayat siklusunda değişik zamanlarda görülebilir. Ergastik maddeler, **nişasta taneleri (amiloplast), kristaller, antosiyanin pigmenti, reçine, zamk, tanin, yağ damlaları** ve **protein taneleri** olarak sayabiliriz.

Ergastik maddeler, hücre duvarında, sitoplazmada ve vakuol dahil organellerde bulunabilir.

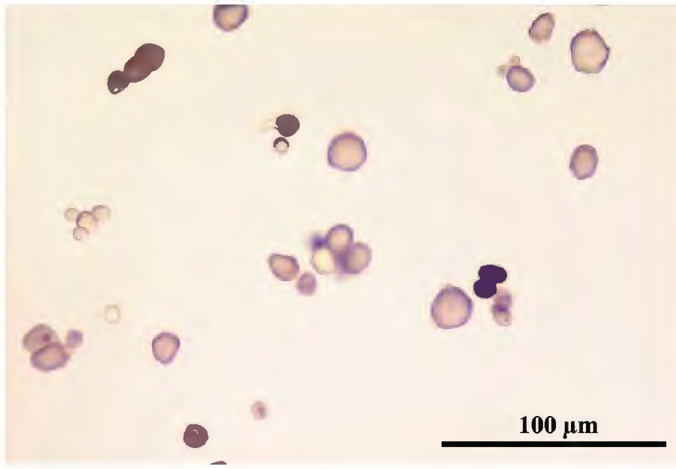
Nişasta ve şeker gibi depo ürünleri **primer metabolitlerdir** ve hücre metabolizmasında önemli rol alırken, **tanin** gibi diğer ergastik maddeler **sekonder metabolitlerdir** ve metabolizmada önemli rolleri yoktur.

**a) Nişasta taneleri (amiloplastlar)**

**Basit nişasta taneleri**

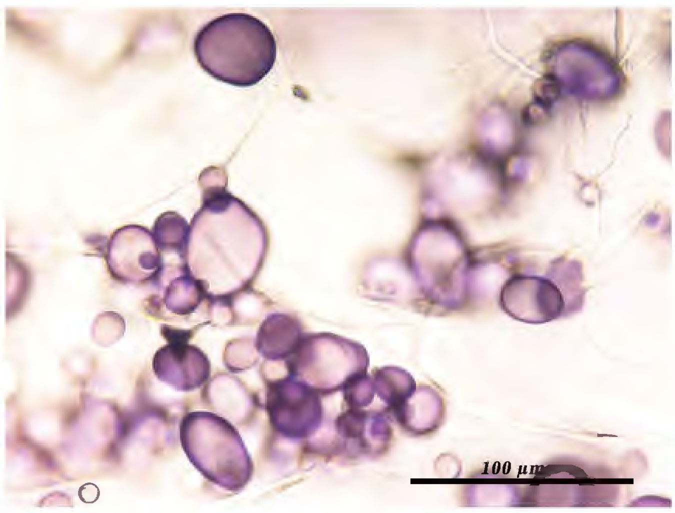



**Şekil 2.13.** Fasulye **(*Phaseolus vulgaris*** L.**)**'nin taze besi dokusu'ndan (kotiledon) alınan enine veya boyuna kesitte, hücreler içinde nişasta taneleri.

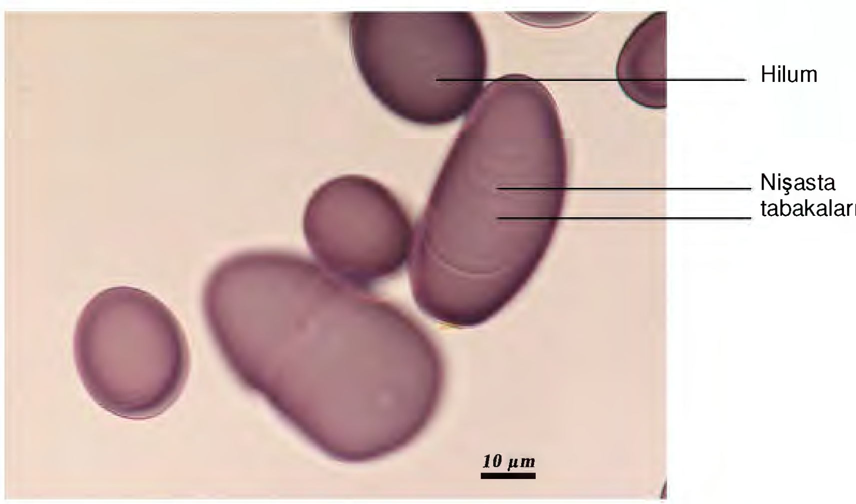



**Şekil 2.14.** Mısır (***Zea mays*** L.)'ın besi dokusu'ndan (endosperm) alınan kazıntıda basit nişasta taneleri.

**Basit, yarı bileşik ve bileşik nişasta taneleri**



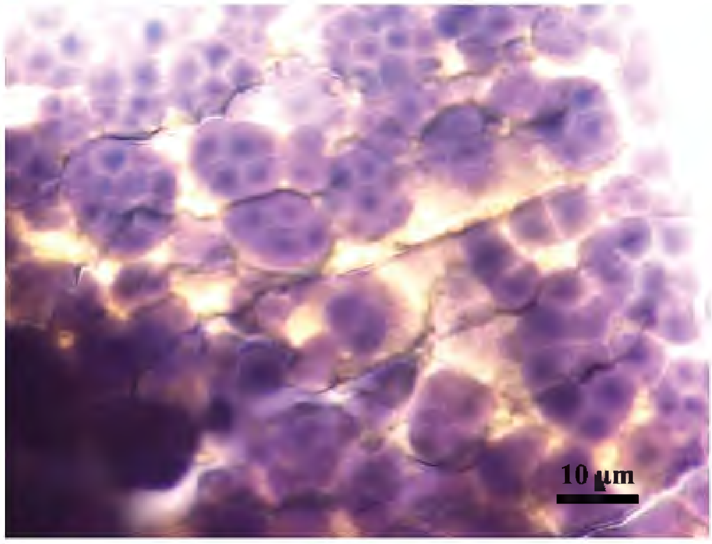

a




b

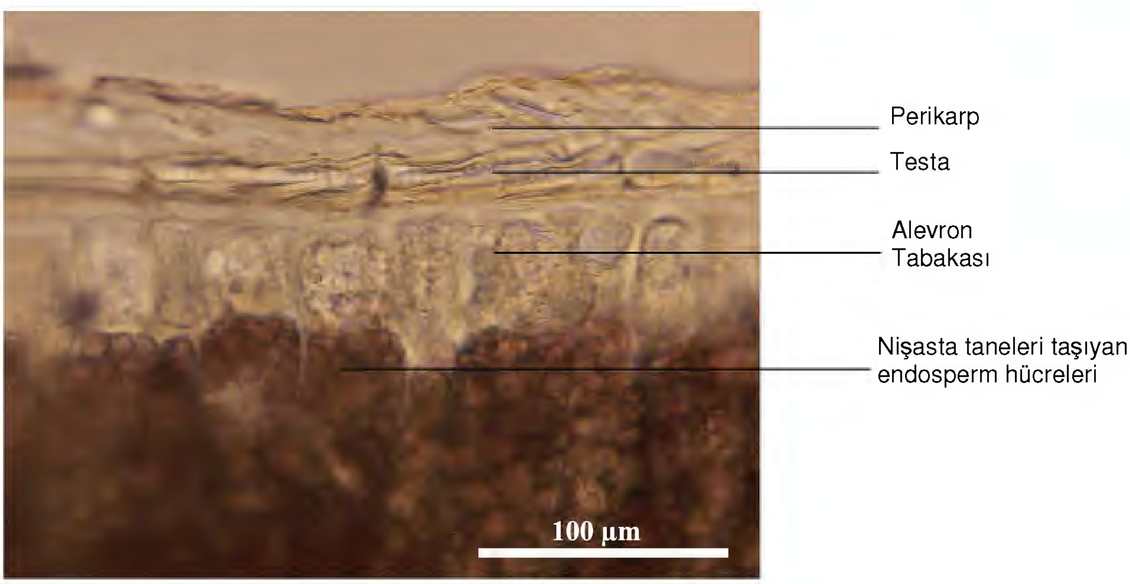
**Şekil 2.15.** Patates (***Solanum tuberosum*** L.) yumrusundan **a.** hücre içinde ve **b.** kazıntıda basit nişasta taneleri.

**Bileşik nişasta taneleri**

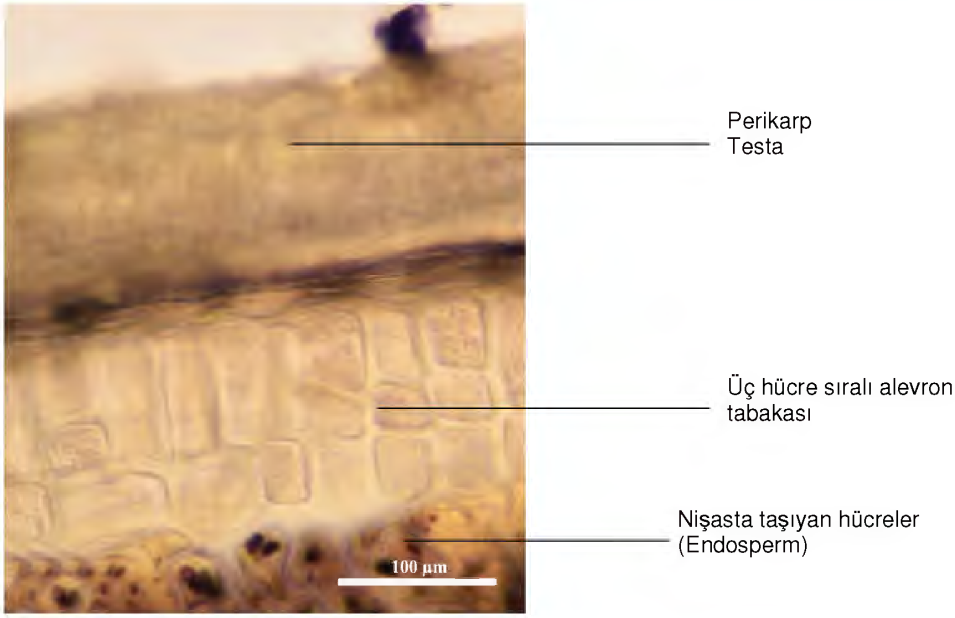



**Şekil 2.16.** Pirinç **(*Oryza sativa*** L.**)**'in besi dokusundan (endosperm) alınan kazıntıda bileşik nişasta taneleri.

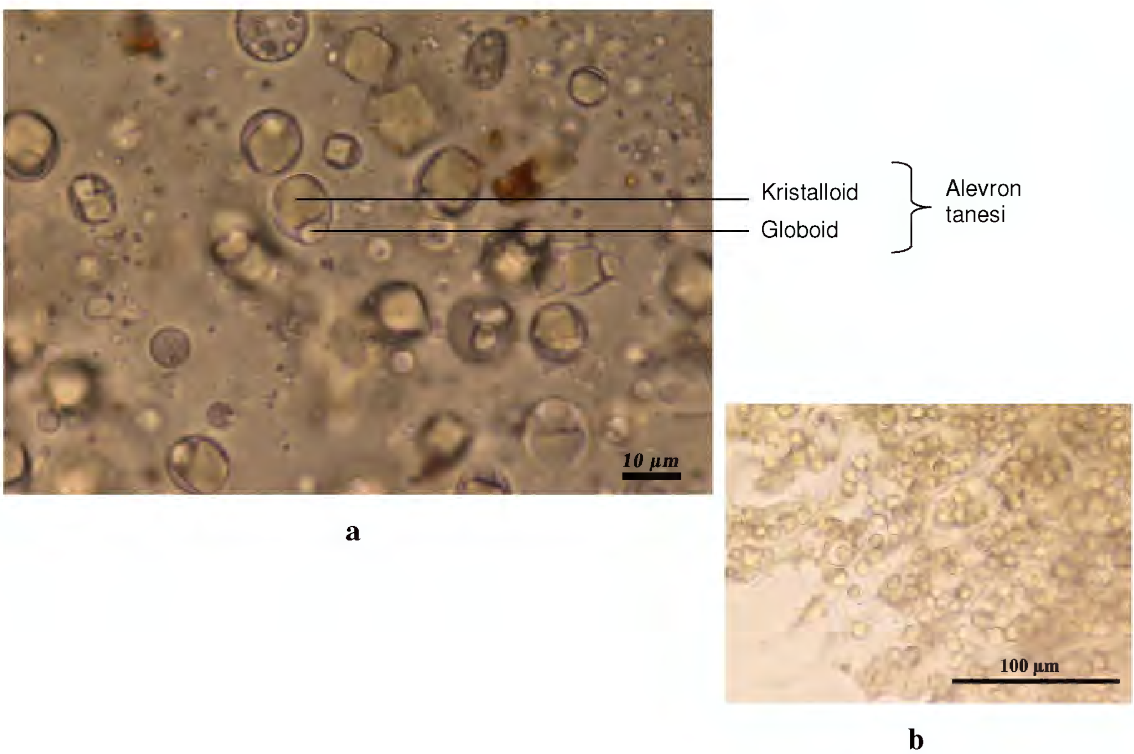
**b) Alevron taneleri**




**Şekil 2.17.** Buğday **(*Triticum*** L.**)** meyvesinden alınan enine kesitte lugol ortamında alevron taneleri içeren bir sıralı hücre tabakasının görünüşü.

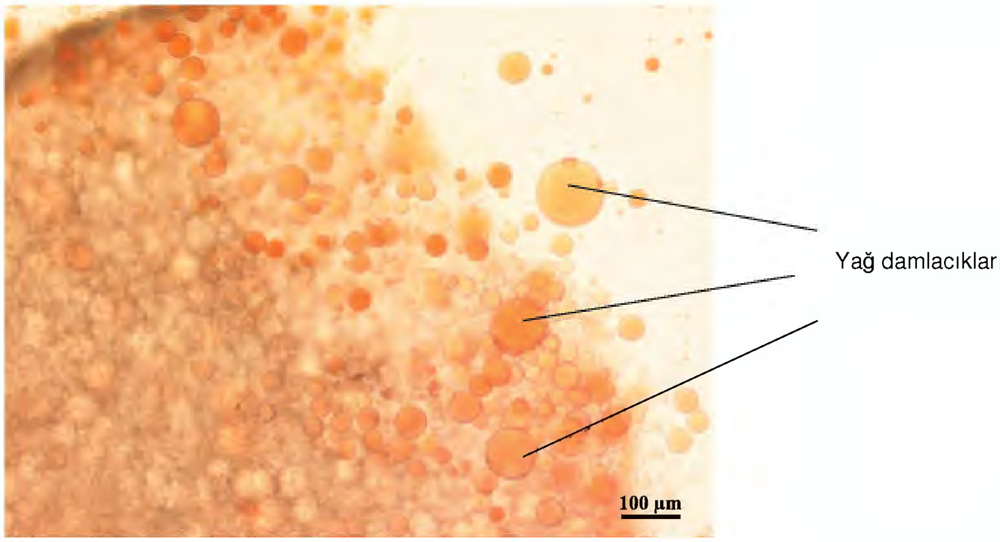



**Şekil 2.18.** Arpa (***Hordeum*** L.) meyvesinden alınan enine kesitte alevron taneleri içeren iki ya da üç sıralı hücre tabakasının görünüşü.




**Şekil 2.19.** Hintyağı (***Ricinus communis*** L.) bitkisi tohumunun besi dokusundan (endosperm) alınan enine ya da boyuna kesitte **a.** alevron taneleri ve **b.** alevron taneleri içeren hücreler.

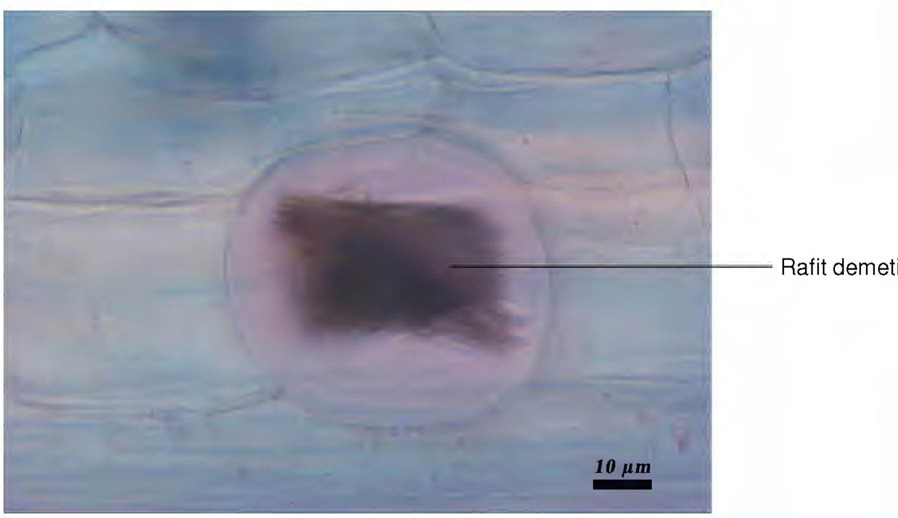
**c) Yağlar**




**Şekil 2.20.** Hintyağı **(*Ricinus communis*** L.**)** bitkisi tohumunun besi dokusundan (endosperm) alınan enine ya da boyuna kesitte yağ damlacıkları.

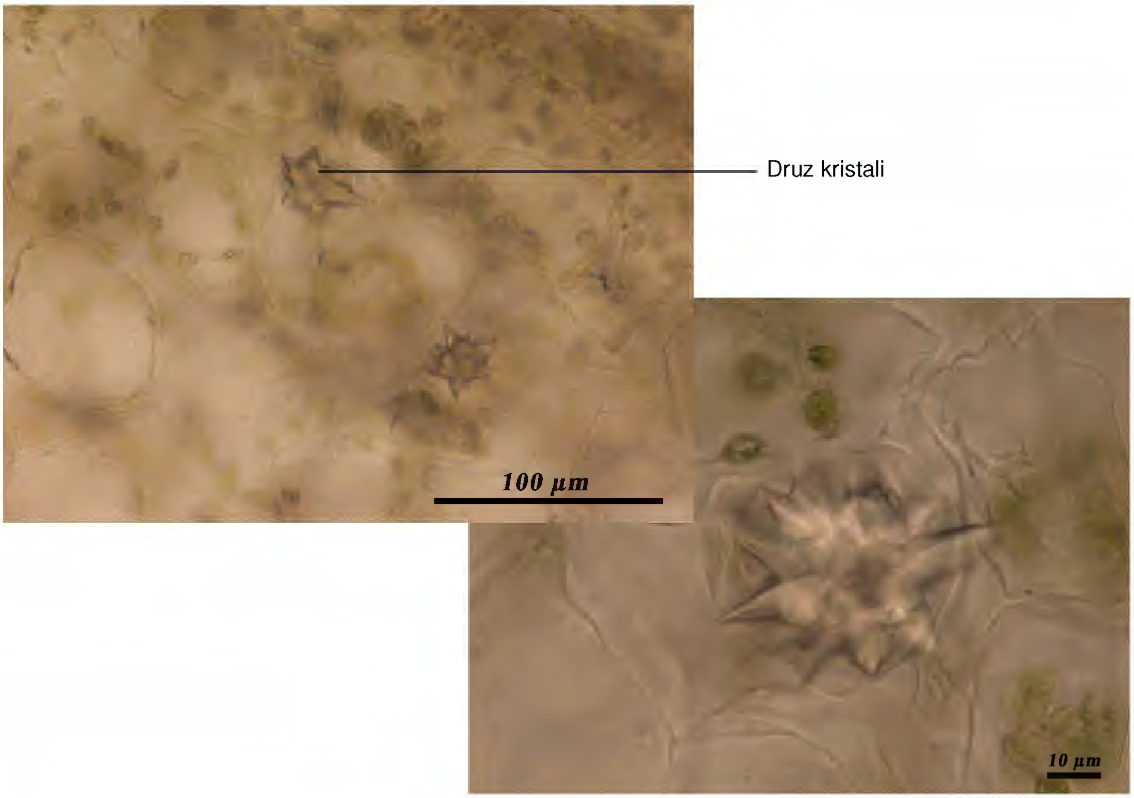
**d) Kristaller**

**Rafit kristalleri**



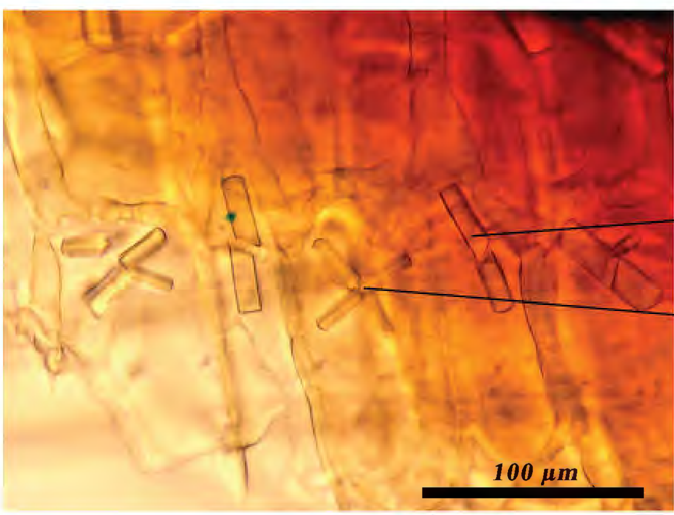

**Şekil 2.21.** Camgüzeli **(*Impatiens sultani*** L.**)** bitkisinin gövdesinden boyuna kesitte bir hücre içerisindeki demet halindeki rafit kristalleri.

**Druz kristalleri**

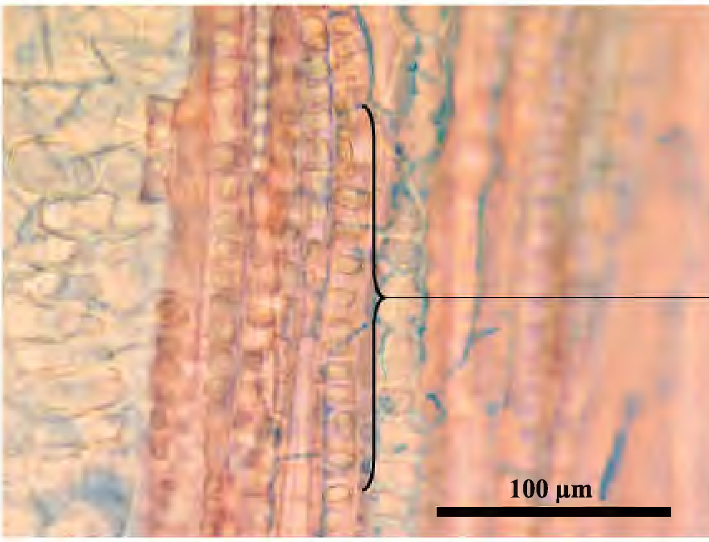



**Şekil 2.22.** Kaynanadili **(*Opuntia*** Mill.**)** gövdesinden alınan enine ya da boyuna kesitte druz kristali.

**Tek ve ikiz kristaller**

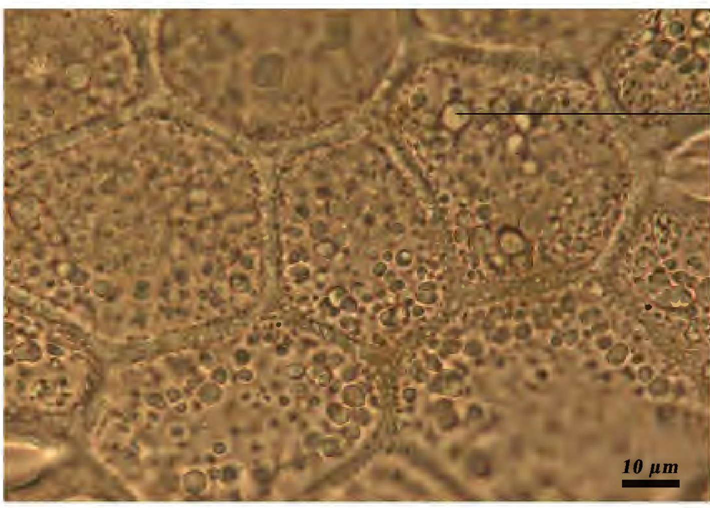



**Şekil 2.23.** Soğan **(*Allium cepa*** L.**)**'ın pulsu yaprak hücrelerinde tek ve ikiz kristallerin görünüşü.



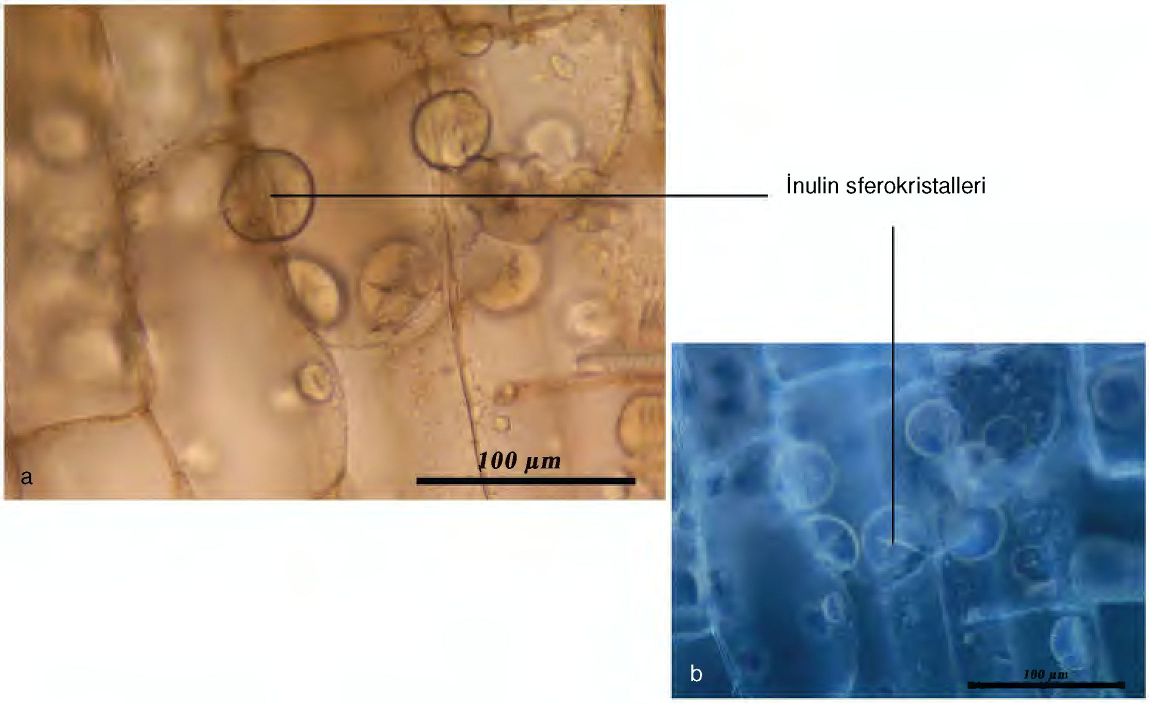

**Şekil 2.24.** Söğüt (***Salix*** L.) gövdesinden alınan teğetsel kesitte kristalli hücre dizileri.

## Kum kristalleri



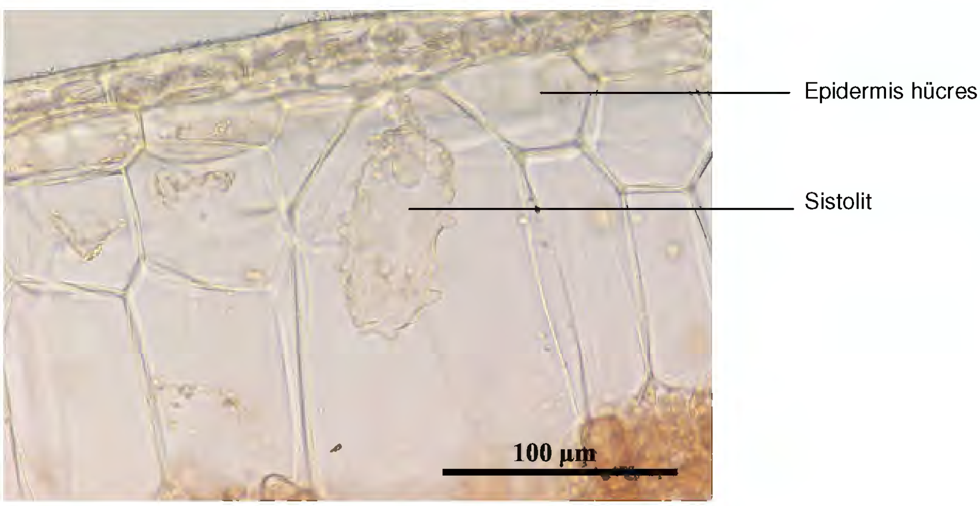

**Şekil 2.25.** Makas otu (***Mesembryanthemum*** L.) yaprağının epidermis dokusundan alınan yüzeysel kesitte kum kristalleri.

### İnulin sferokristalleri



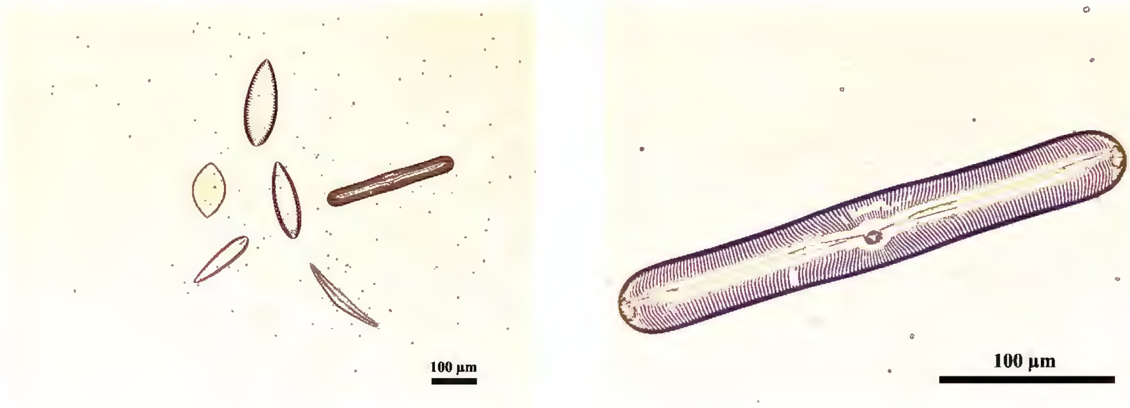

**Şekil 2.26.** Yıldız çiçeği **(*Dahlia*** Cav.**)**'nin yumru gövdesinin parankima dokusundan alınan kesitte inulin sferokristalleri (**a.** pozitif ve **b.** negatif pozlama).

### Sistolit



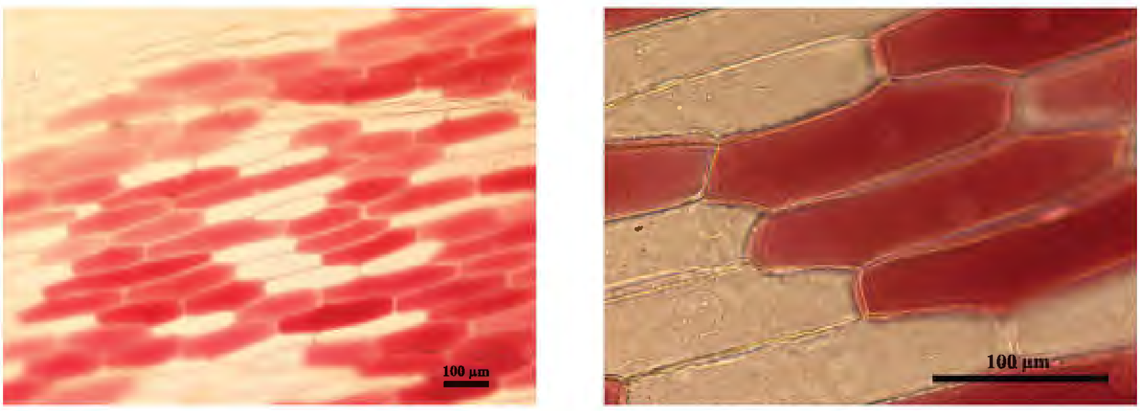

**Şekil 2.27.** Lastikağacı **(*Ficus elastica*** Roxbg.**)** yaprağından alınan enine kesitte sistolit.

## Silisleşme

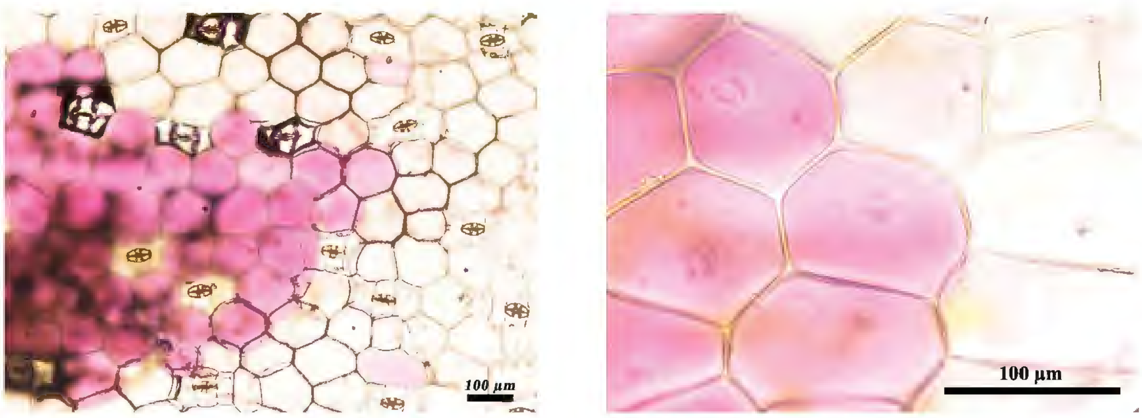



**Şekil 2.28.** Diatomelerin hücre çeperlerindeki silisleşmenin görünüşü.

## e) Antosiyan renk maddesi




**Şekil 2.29.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın etli yaprak epidermisinde antosiyan içeren hücreler.




**Şekil 2.30.** Telgrafçiçeği (***Tradescantia*** L.) yaprak epidermisinde antosiyan içeren hücreler.

## 2.5. Hücre Çeperi, Tabakaları ve Çeperdeki Oluşumlar

Hücre çeperinin varlığı bitki hücrelerini hayvan hücrelerinden ayıran özelliklerden biridir. Hücre çeperi, protoplastı çevreleyerek, hücreye şeklini verir ve onu su aldığında parçalanmaktan korur.

Önceleri protoplastın inaktif ürünü düşünülen hücre çeperi, günümüzde özel ve temel bazı fonksiyonları ile tanımlanır. Hücre, çeperinde çeşitli enzimleri içerir ve bitkilerdeki emme, taşıma ve salgılama faaliyetlerinde önemli rol oynar. Ayrıca, fungal ve bakteriyel patojenlere karşı korunma, plazma membranına bilgi iletimi gibi olaylarda da rol oynar.

Hücre çeperinin en önemli bileşeni bir glikoz polimeri olan **selülozdur**. Selüloz molekülleri kristal yapıda bir araya gelerek miselleri oluşturur. Misellerin düzenlenmesi ile **mikrofibriller**, mikrofibrillerin düzenlenmesi ile de **makrofibriller** oluşur. Oluşan bu selüloz iskeletine veya üç boyutlu yapısına **hemiselüloz** ve **pektinler** katılır.

**Lignin**, birçok hücre çeşidinde, selülozla birlikte bulunan bir çeper bileşenidir ve bulunduğu çepere sertlik sağlar. **Kutin, suberin** ve **mum** gibi yağlı maddeler ise bitkilerde genellikle dış koruyucu dokuları oluşturan hücrelerin çeper yapısında bulunur.

### Hücre çeperi tabakaları

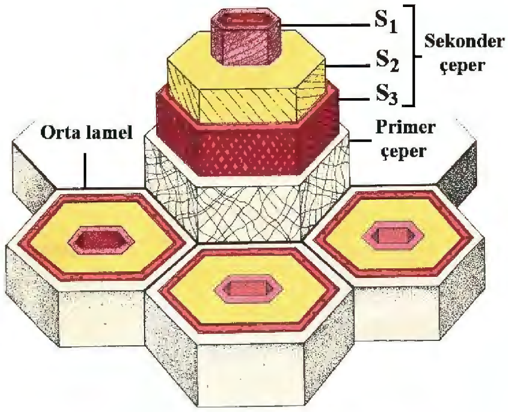
**Orta lamel:** İki komşu hücrenin primer çeperleri arasında bulunur. Pektik maddeler içerir. Sekonder kalınlaşma gösteren çeperlerde primer çeper ve orta lameli birbirinden ayırt etmek güçtür.

**Primer çeper:** Hücre bölünmesi sırasında yapılanır. Selülozun yanı sıra hemiselüloz ve pektin de içerir. Ayrıca, primer çeperde enzimler ve **glikoproteinler** de bulunur. Bazı durumlarda primer çeperde ligninleşme de görülebilir.

Aktif olarak bölünen hücreler ve bazı metabolik işlevleri (fotosentez, solunum, salgı, vb.) gerçekleştiren olgun hücreler sadece primer çepere sahiptir. Primer çeper hücrenin her bölgesinde eşit kalınlıkta değildir ve bazı bölgelerde ince bir yapı gösterir. Primer çeperin üzerindeki bu ince bölgelere **"primer geçit alanları"** adı verilir. Primer geçit alanlarında bulunan sitoplazmik uzantılar ya da **plazmodesmler** iki komşu hücrenin protoplazmalarını birleştirir. Diğer taraftan bazı endosperm hücrelerinde olduğu gibi kalın primer çepere sahip hücreler de vardır.

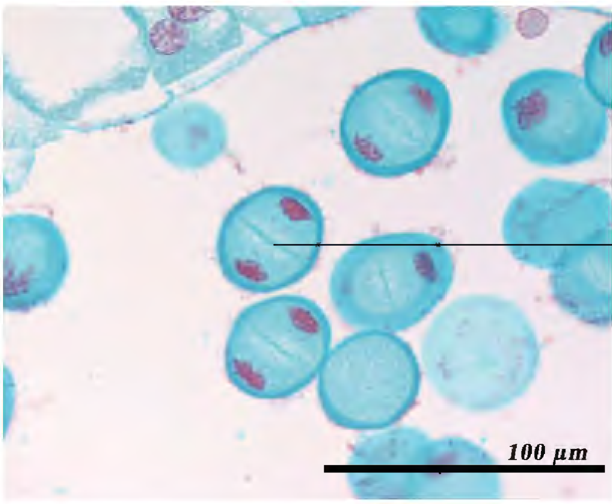
**Sekonder çeper:** Sekonder çeper protoplast tarafından primer çeperin iç tarafına oluşturulan çeper tabakasıdır. Bu tabaka, hücre büyümesi durduktan sonra oluşturulur. Sekonder çeper özellikle su ileten borular gibi özelleşmiş bazı hücreler için önemlidir. Bu hücreler sekonder çeper oluşturduktan sonra ölürler. Sekonder çeperlerde selüloz miktarı daha fazladır. Bunun yanında, pektik maddeler, enzim ve glikoproteinler bulunmaz. Sekonder çeperin matriksi hemiselüloz yapıdadır. Sekonder çeperde, selüloz mikrofibrillerinin farklı düzenlenmesi sonucunda $\mathbf{S_1}$, $\mathbf{S_2}$ ve $\mathbf{S_3}$ adı verilen üç tabaka ayırt edilir. Çok tabakalı bu sekonder çeper yapısı, sekonder ksilemdeki (odundaki) belirli hücrelerde görülür.

**Basit** ve **kenarlı geçit çiftleri** hücre çeperindeki oluşumlardır.



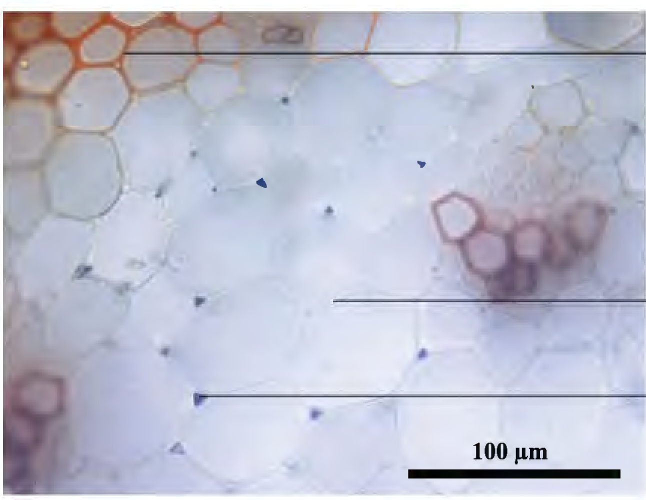

**Şekil 2.31.** Hücre çeperi tabakaları: primer ve sekonder çeper tabakalarında mikrofibrillerin düzenlenişi (Raven *et al.*, 1996).

**a) Hücre plağı**

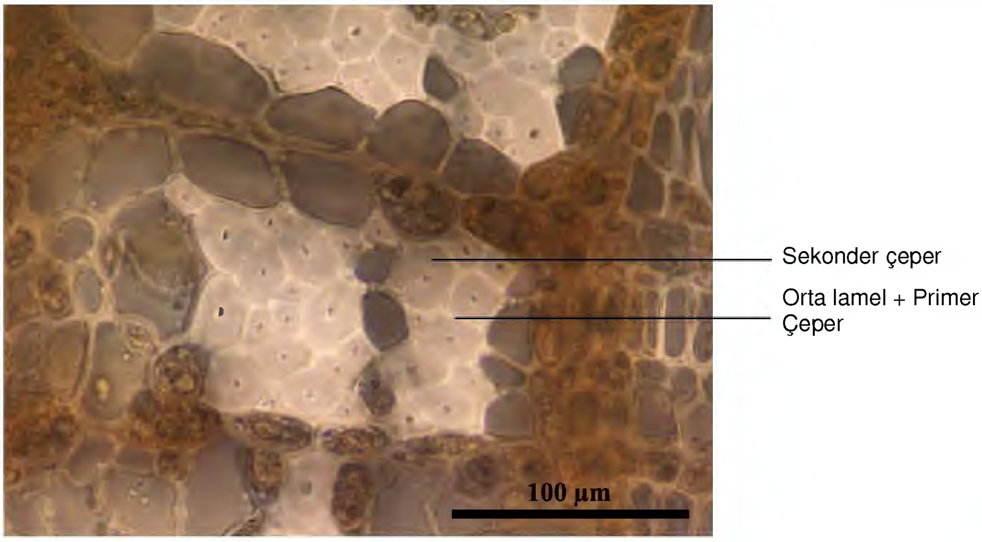



**Şekil 2.32.** Zambak ***(Lilium*** L.**)**'ın anterinden alınan enine kesitte (mayoz bölünmenin telofaz I evresinde) hücre plağı (Turtox'dan Gen. Biol., Inc. Chicago, Illinois, USA).

**b) Orta lamel, primer çeper, sekonder çeper ve hücreler arası alanlar (I.S.A.)**



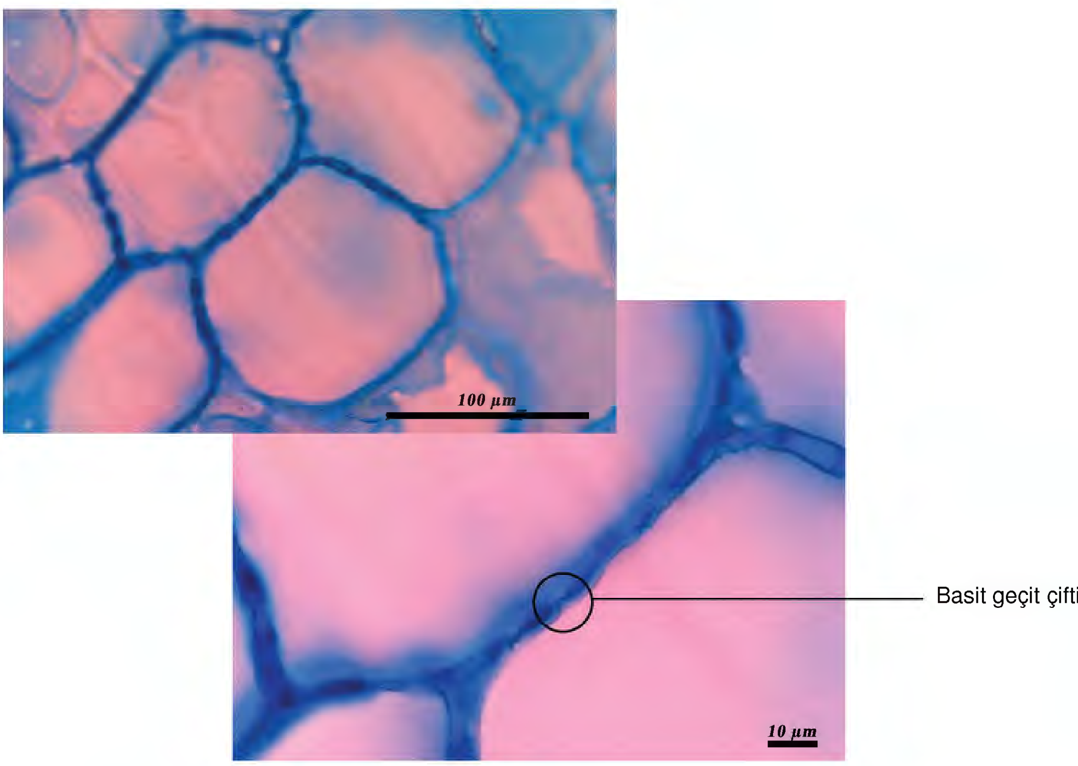

**Şekil 2.33.** Kordela **(*Chlorophytum*** CV.**)** bitkisinin stolon gövdesinden alınan enine kesitte parankima dokusu hücrelerinde primer çeper, sklerankima dokusu hücrelerinde sekonder çeper ve hücreler arası alanlar (I.S.A.).




**Şekil 2.34.** Ihlamur (***Tilia*** L.**)** ağacı gövdesinden alınan enine kesitte sklerankima dokusu hücrelerinde sekonder çeper, orta lamel ve primer çeper.

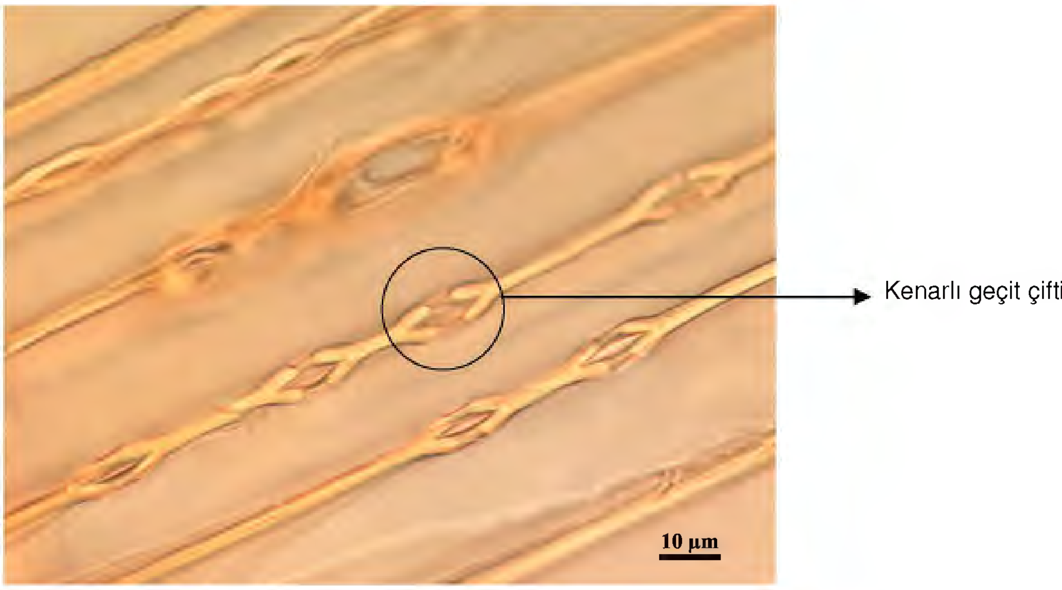
**c) Geçitler**

**Basit geçit çiftleri**

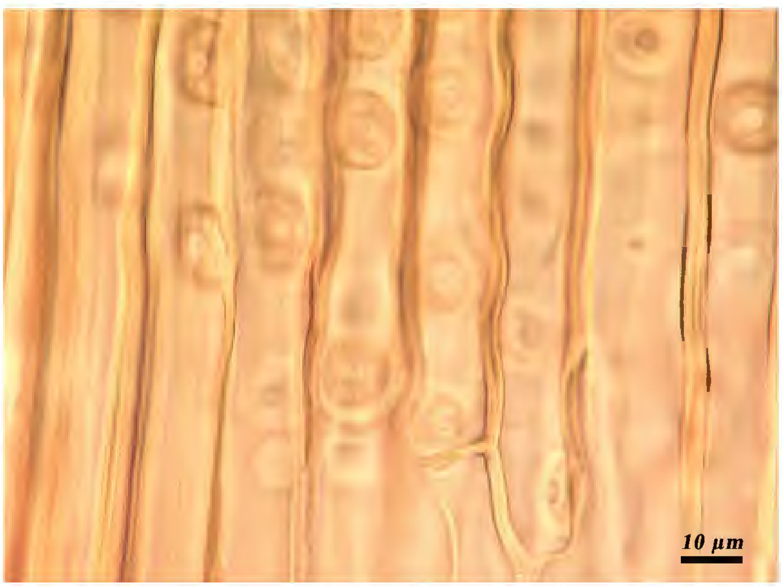



**Şekil 2.35.** Soğan (***Allium cepa*** L.**)**'ın etli yaprak dokusundan enine ya da boyuna alınan kesitte basit geçit çiftleri.

**Kenarlı geçit çiftleri**



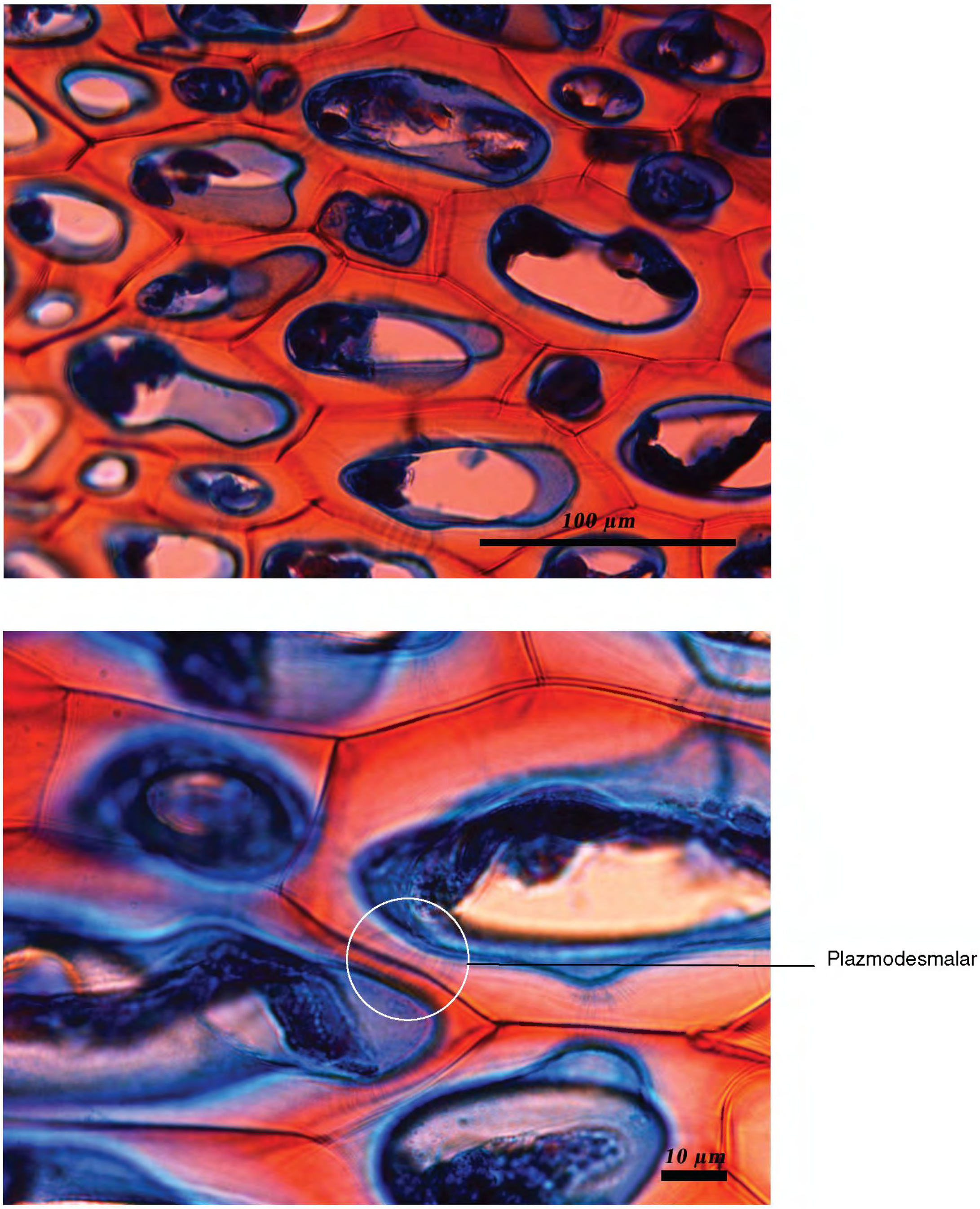

**a**




**b**

**Şekil 2.36.** Karaçam **(*Pinus nigra*** Arnold**)**'ın gövdesinin odun dokusundan alınan **a.** boyuna teğetsel kesitte ve **b.** boyuna radyal kesitte kenarlı geçit çiftlerin enine ve üstten görünüşleri.

**d) Plazmodesmalar**




**Şekil 2.37.** Trabzon hurması **(*Diospyros kaki*** L.**)**'nın endosperm hücrelerinde plazmodesmalar.

## 2.6. Hücre Bölünmesi

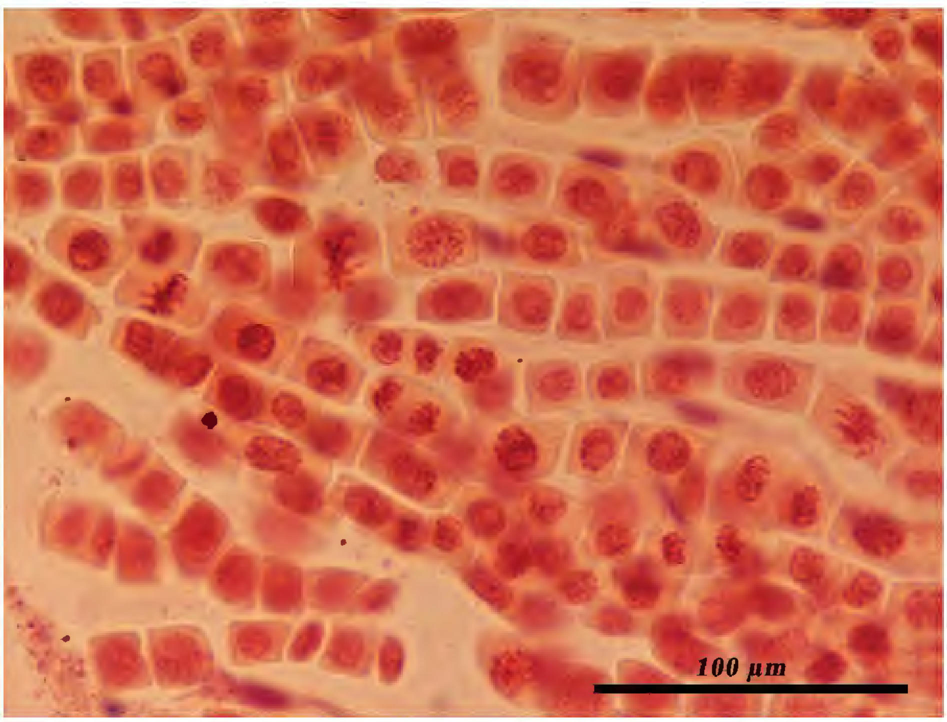
### a) Mitoz bölünme

Ökaryotik hücrelerin bölünmesinde daima olmasa da, iki farklı işlem birlikte gerçekleşir: nükleus ve sitoplazma bölünmesi. Mitoz bölünmede nükleus bölünerek iki yeni nükleus meydana getirir ve bunların her biri ana hücre nükleusu ile aynı sayıda kromozom bulundurur. Sitoplazmanın bölünme işlemine de **sitokinezis** denir.

Kolaylık olsun diye, bir bölünmeden diğerine kadar devam eden mitoz siklusu, her biri özel isimle ayrılan bir seri evreye ayrılmıştır. Olay, bir seri ayrı görünümden ziyade, devamlılık gösterir.

Aktif olarak bölünen hücreler hücre siklusunu tamamlamak için, hücre tipine ve çevresel faktörlere (sıcaklık, alınabilir besin maddeleri gibi) bağlı olarak değişik zaman periyotlarına ihtiyaç duyarlar.

Genelde hücre siklusu, **interfaz** ve mitozun dört fazı (**profaz, metafaz, anafaz** ve **telofaz**) olarak incelenir.

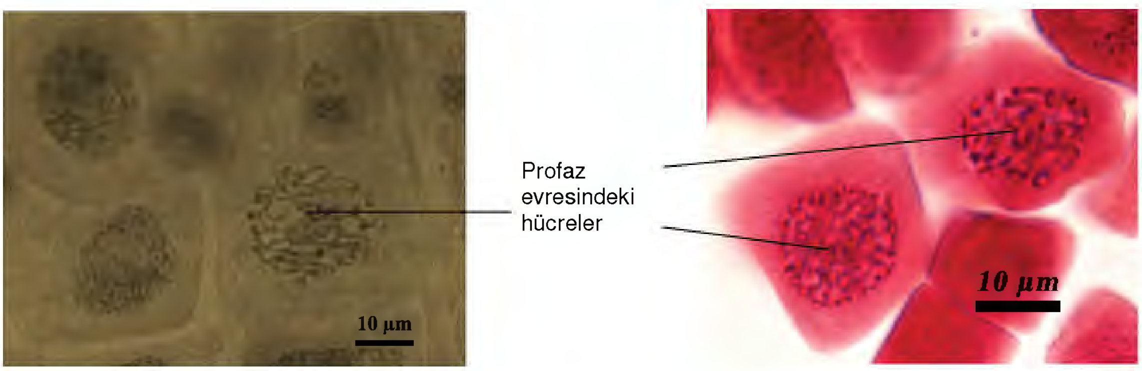



**Şekil 2.38.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın kök ucu meristem dokusundan hazırlanan ezme preparatta mitoz bölünmenin farklı safhalarından genel görüntü.

**İnterfaz**

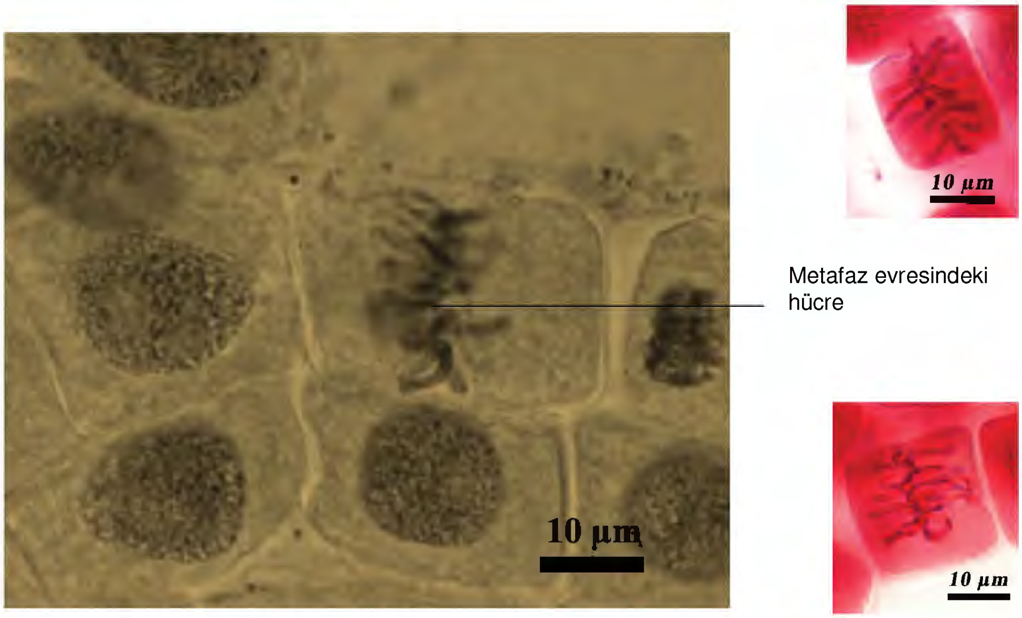



**Şekil 2.39.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın kök ucu meristem dokusundan hazırlanan ezme preparatta mitoz bölünmenin interfaz safhası (bu tondaki fotoğraflar sepia modunda çekilmiştir).



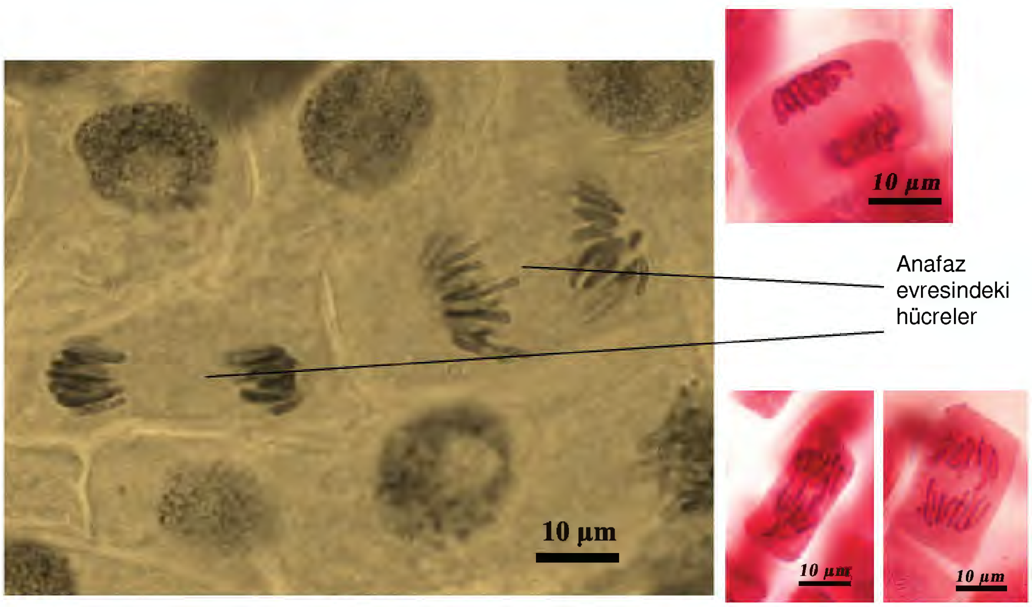

**Şekil 2.40.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın kök ucu meristem dokusundan hazırlanan ezme preparatta mitoz bölünmenin profaz safhası.

### Metafaz



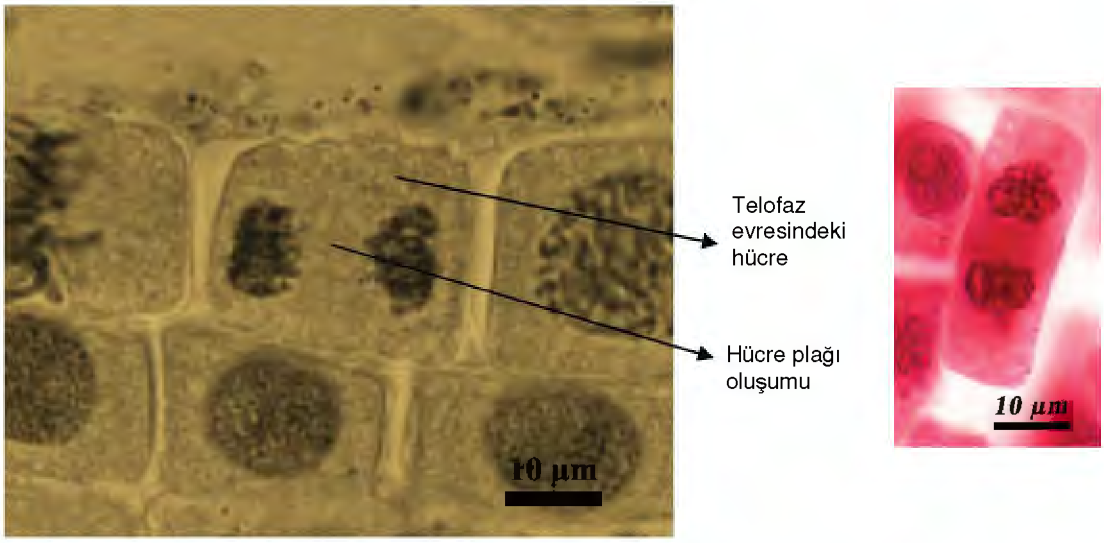

**Şekil 2.41.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın kök ucu meristem dokusundan hazırlanan ezme preparatta mitoz bölünmenin metafaz safhası.

### Anafaz




**Şekil 2.42.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın kök ucu meristem dokusundan hazırlanan ezme preparatta mitoz bölünmenin anafaz safhası.

### Telofaz




**Şekil 2.43.** Soğan (***Allium cepa*** L.)'ın kök ucu meristem dokusundan hazırlanan ezme preparatta mitoz bölünmenin telofaz safhası.

### b) Mayoz bölünme

Mayoz bölünme, bir organizmanın hayat siklusunda sadece belirli zamanlarda özel diploid hücrelerde gerçekleşir. **Mayoz** ve **sitokinez** ile diploid bir hücre dört haploid hücre oluşturur (gamet veya sporları).

Mayoz bölünme aşağıda safhaları belirtilen iki başarılı **nüklear bölünmeden** meydana gelir.

- **I. Mayoz**
  - **1. Profaz**
    - **a) Leptoten**
    - **b) Zigoten**
    - **c) Pakiten**
    - **d) Diploten**
    - **e) Diyakinez**
  - **1. Metafaz**
  - **1. Anafaz**
  - **1. Telofaz**
- **II. Mayoz**
  - **2. Profaz**
  - **2. Metafaz**
  - **2. Anafaz**
  - **2. Telofaz**

Mayoz bölünmeyi incelemek mitoz bölünmeyi incelemek kadar kolay değildir. Bu nedenle, mayoz bölünmenin safhalarını Zambak (***Lilium*** L.) bitkisi anterlerinden hazırlanmış ticari preparatlarda inceleyeceğiz.

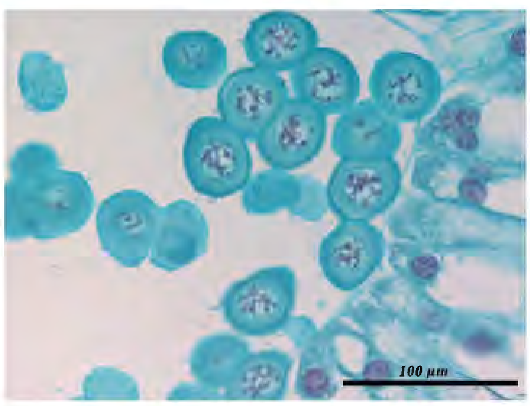
## I. Mayoz





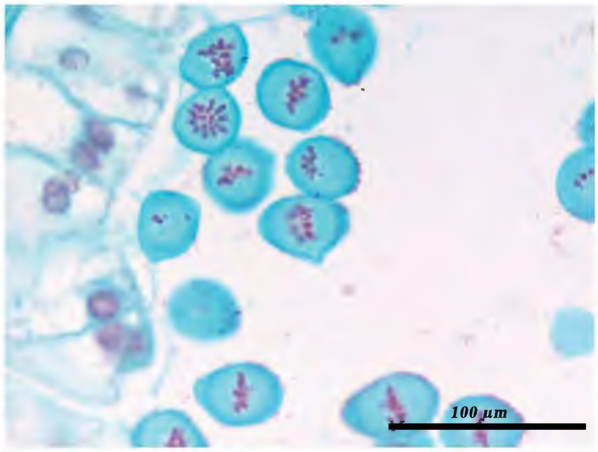


c

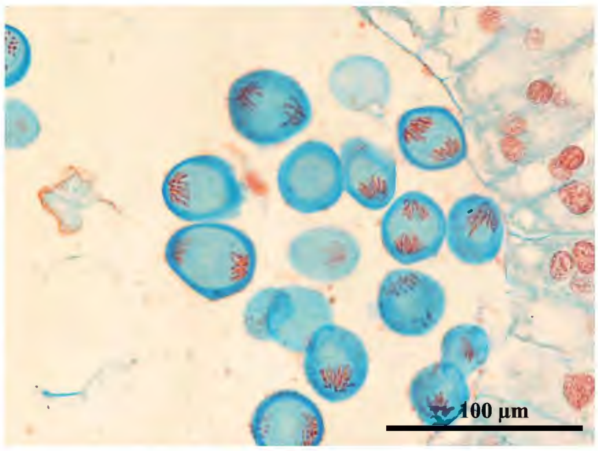



d

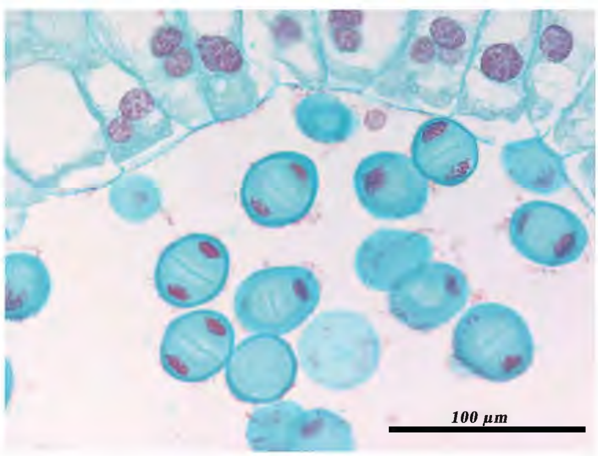
**Şekil 2.44.** I. mayoz bölünmenin 1. Profaz safhasının farklı evreleri: **a.** Zambak **(*Lilium*** L.**)**'ın anterinden alınan enine kesit, **b.** erken, **c.** orta ve **d.** geç profaz evreleri (Turtox'dan Gen. Biol., Inc. Chicago, Illinois, USA).




a




b




c

**Şekil 2.45.** Zambak **(*Lilium*** L.**)**'ın anterinden alınan enine kesitte I. mayoz bölünmenin farklı safhaları: **a.** 1. Metafaz, **b.** 1. Anafaz ve **c.** 1. Telofaz (Turtox'dan Gen. Biol., Inc. Chicago, Illinois, USA).

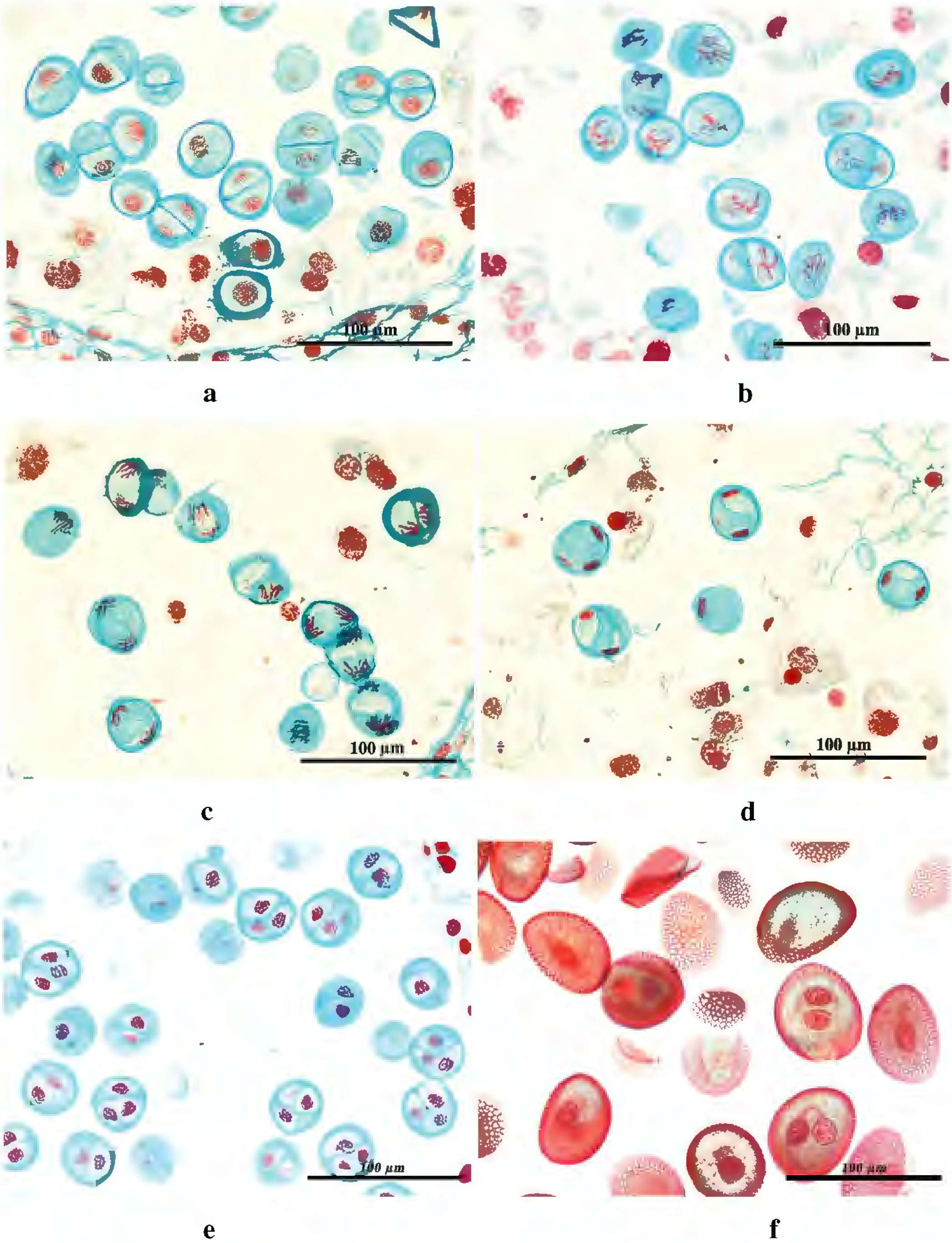
## II. Mayoz

**2. Profaz**

**2. Metafaz**

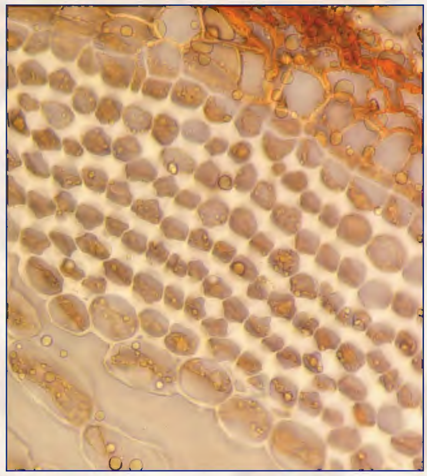
**2. Anafaz**

**2. Telofaz**




**Şekil 2.46.** Zambak (***Lilium*** L.)'ın anterinden alınan enine kesitte II. mayoz bölünmenin safhaları: **a.** 2. Profaz, **b.** 2. Metafaz, **c.** 2. Anafaz, **d.** 2. Telofaz, **e.** tetratlar ve **f.** polen taneleri (Turtox'dan Gen. Biol., Inc. Chicago, Illinois, USA).

Bölüm 3



# DOKU BİLİMİ (HİSTOLOJİ)

# 3. DOKU VE DOKULARIN SINIFLANDIRILMASI

Tek hücreden ibaret organizma hayatta kalabilmek için gereksinim duyduğu her şeyi kendisi yapmak zorundadır. Çok hücreli organizmalarda ise hücre grupları belli işleri yapmak üzere özelleşmiştir. İşte çeperle çevrili, birbirleri ile sıkı ilişkide bulunan, aynı kökenden gelmiş hücre topluluklarına **doku** denir.

Eğer, belli bir fonksiyonu görmek için, tek tip hücreler bir araya gelmiş ise, böyle dokular **basit dokular**'dır. Bazı dokularda çeşitli hücre tipleri organize olarak birden fazla görevi (destek ve iletim) yerine getirirler. Bu tip dokulara da **kompleks doku** diyoruz.

Dokular, bilim adamları tarafından farklı şekillerde sınıflandırılabilmektedir. Bunlardan en sık kullanılan sınıflandırma aşağıdaki gibi özetlenebilir.

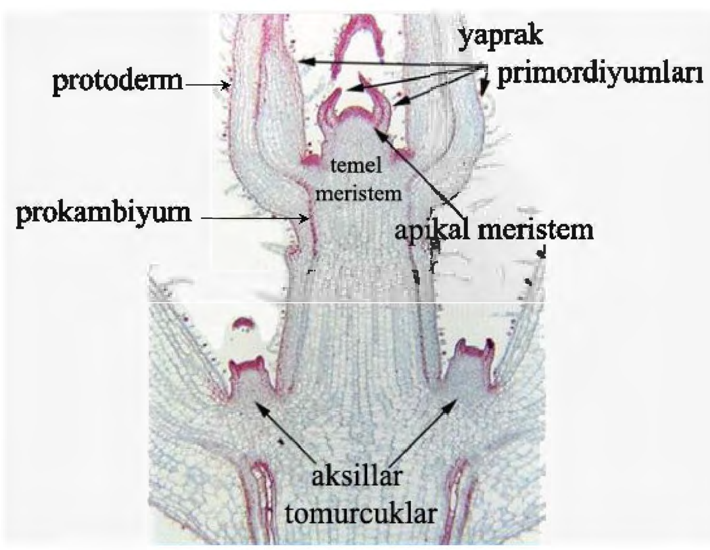
**a) Meristematik dokular**

**b) Daimi dokular**

- **1) Dermal (örtü-koruyucu) doku**
  - **i) Epidermis**
  - **ii) Periderm**
- **2) Temel doku (parankima)**
- **3) Destek doku (sklerankima, kollenkima)**
- **4) İletim dokusu (vasküler doku)**
- **5) Salgı doku sistemi**

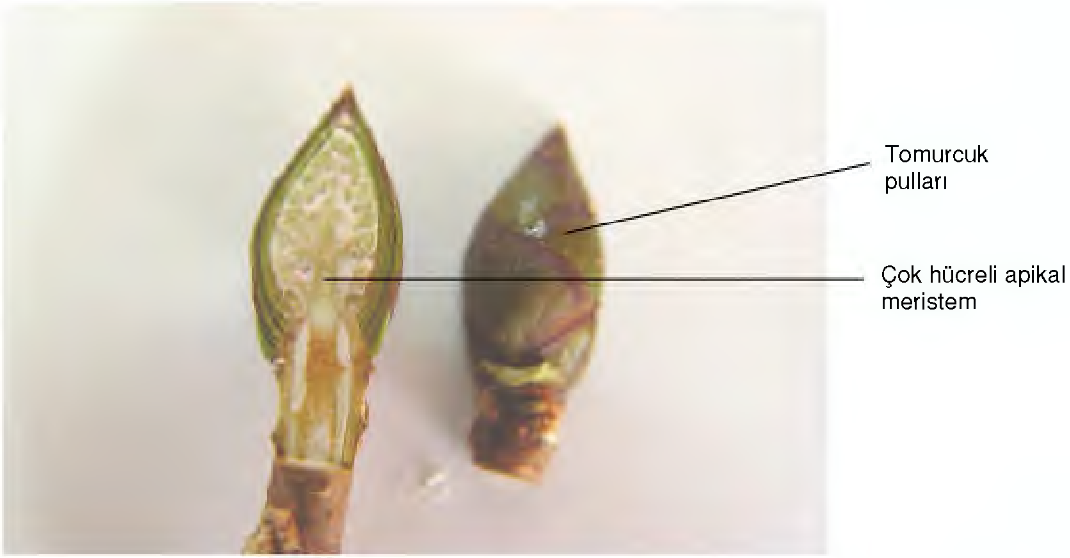
## 3.1. Meristematik Dokular

### Apikal meristemler



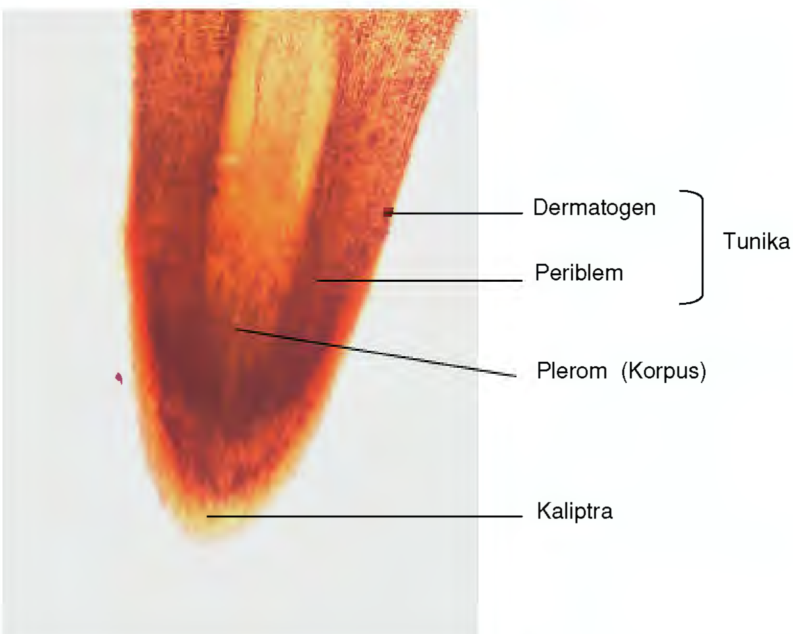

**Şekil 3.1.** Kolyos (*Coleus* Lour.) bitkisinin gövde ucundan alınan boyuna kesitte çok hücreli apikal meristem (http://www.ualr.edu/botany/samregion.jpg).

**Tepe tomurcuğunun boyuna kesiti**



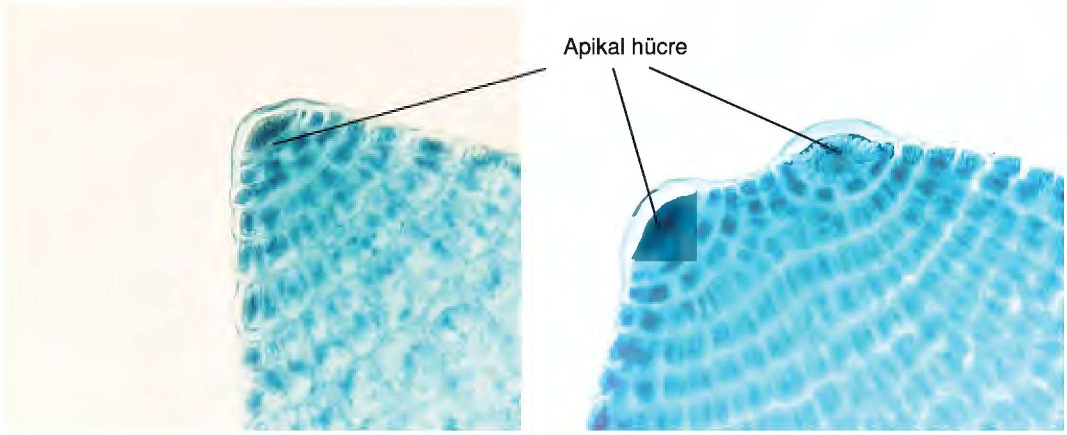

**Şekil 3.2.** At kestanesi (***Aesculus hippocastanum*** *L.*) tepe tomurcuğundan alınan boyuna kesitte tomurcuk pulları ile korunmuş çok hücreli apikal meristem.

**Kök apikal meristemleri**




**Şekil 3.3.** Nohut (***Cicer arietinum*** *L.*) bitkisinin kök ucundan alınan boyuna radyal kesitte apikal bölge ve kısımları.

**Apikal hücre**




**Şekil 3.4.** ***Dictyota*** Lamouroux'da tek hücreli apikal meristem (Turtox'dan Gen. Biol., Inc. Chicago, Illinois, USA).

## 3.2. Daimi Dokular

### 3.2.1. Dermal (örtü-koruyucu) doku

#### a) Epidermis

Genel anlamda primer bitki yapısını oluşturan organların en dış tabakasında bulunan koruyucu dokudur. Kökeni embriyonik dönemde **protoderm**, apikal meristemlerde **dermatogendir**. Sekonder büyüme göstermeyen organlar yaşamları süresince epidermislerini korurken, sekonder büyüme gösteren organlarda yerini **periderme** bırakır.

**Bitkilerde epidermis birçok işlevi yerine getirir:**

- Bulunduğu organı çeşitli fiziksel ve kimyasal etkilere karşı korumak,
- Beslenme ile ilgili olarak hayvanlara ve parazitlere karşı korumak,
- Bitkiyi kurumaya karşı korumak,
- Gaz alışverişine katılma, bazı metabolik bileşiklerin **sekrasyonu** ve **su absorbsiyonu** yapmak,
- Bitki ile çevresi arasında, ışık için reseptör bulundurması ve mekanik uyartıların iletilmesine yardımcı olmaktır.

Epidermis, işlevine göre farlılaşmış birçok hücre tipi bulundurur. Bu hücre tiplerini üç ana başlıkta toplayabiliriz.

**i)** Esas epidermis hücreleri

**ii)** Stoma aygıtını oluşturan hücreler

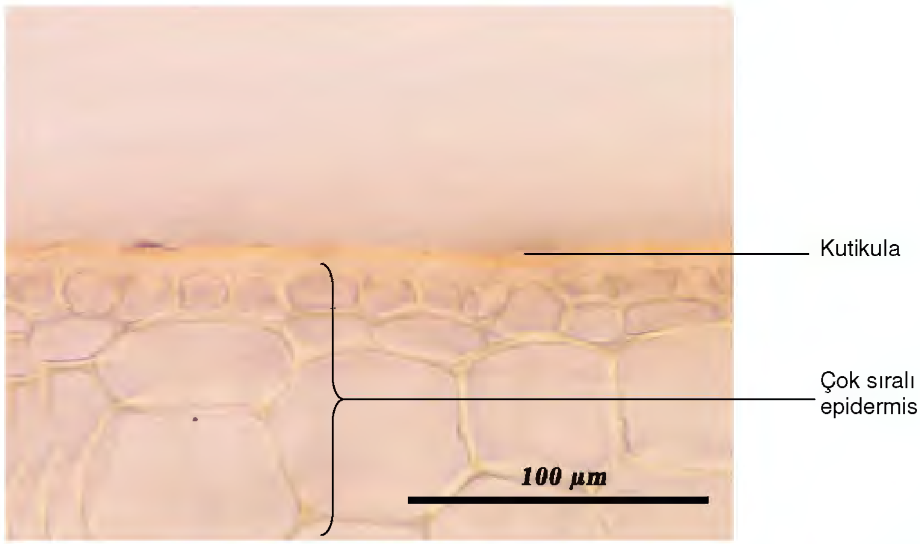
**iii)** Tüyler

Esas epidermis hücreleri yüzeysel görünüşte **poligonal** veya uzamış şekilde görülürler. Sıkı dizilmişlerdir ve aralarında hücreler arası boşluk yoktur. Canlı ve metabolizmanın çeşitli ürünlerini depo eden hücrelerdir. Bazı egreltileri ve birçok su bitkisi ile gölge bitkilerini bir yana bırakırsak epidermis hücrelerinde kloroplast bulunmaz.

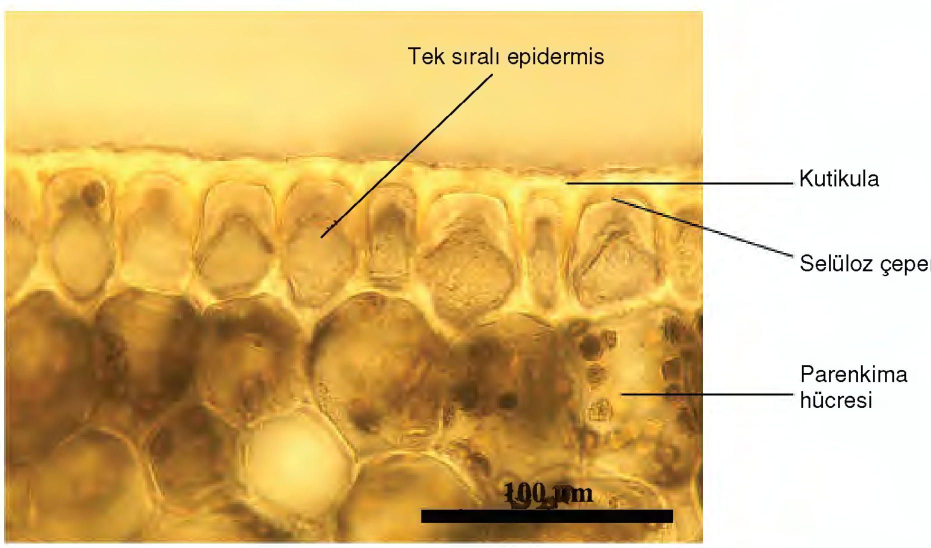
Yaprak epidermis hücrelerinin yüzeye bakan çeperleri diğer çeperlere göre daha kalındır. Bu özellikle **konifer** ve **kserofit bitkilerde** daha iyi gözlenebilir.

Epidermis hücrelerinin dış yüzeylerinde **kutin** adı verilen **hidrofobik** bir tabaka bulunur. Epidermis yüzeyindeki kutikula ışınsal çeperler içine girer ve buralarda selüloz ve pektik maddeler lameller şeklinde birikir. Kutikula tabakasının en dış lamellerinde selüloz az, kutin ve pektin fazladır. İç lamellerde ise selüloz daha çoktur. Kutikula yüzeyi ya düz, çıkıntılı ya da katlanmış olabilir. Yüzeysel görünüşte çizgili yapı görülür. Kutikula üzerinde mum tabakası bulunabilir.

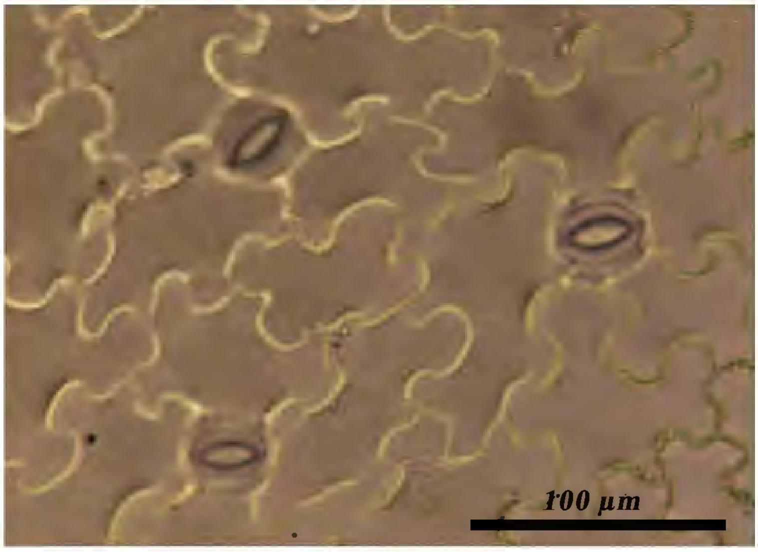
Epidermis genellikle tek sıra hücreden ibarettir. Bazı bitkilerde, yapraklarda protoderm hücreleri yüzeye paralel bölünerek **"çok tabakalı epidermis"** oluşturur.



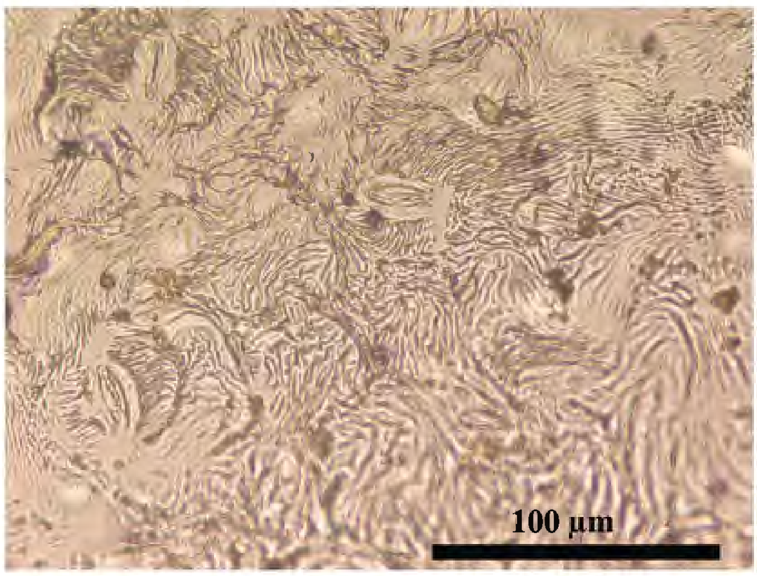

**Şekil 3.5.** Lastik ağacı (***Ficus elastica*** Roxbg.) yaprağından alınan enine kesitte epidermis hücreleri.




**Şekil 3.6.** Klivya (***Clivia*** Lindl.) bitkisi yaprağından alınan enine kesitte tek sıralı epidermis ve parenkima hücreleri.




**Şekil 3.7.** Sardunya (***Pelargonium zonale*** L.) bitkisi yaprağının alt yüzeyinden Nitroselüloz+Aseton çözeltisi (tırnak cilası) kalıplama yöntemi ile hazırlanan preparatta epidermis hücreleri ve stomalar




**Şekil 3.8.** Tarla sarmaşığı (***Convolvulus*** L.) yaprağının üst epidermisinden Nitroselüloz+Aseton çözeltisi (tırnak cilası) kalıplama yöntemi ile hazırlanan preparatta kutikula buruşuklukları (süsleri).

### b) Epidermisten türevlenen yapılar

#### ii) Stoma

Koruyucu doku olarak epidermis hücrelerinin çeper hücrelerini incelediğimizde, dışa bakan çeperlerde kutin ve mum gibi maddelerin eklenmesiyle geçirgenlik sınırlanmıştır. Atmosferle epidermis altı hücreler arası boşluklar arasında su buharı ve gaz alışverişini sağlayan yapılara **stoma** denir.

Stomalar genellikle bitkilerin yeşil kısımlarında özellikle yaprak ve gövde epidermisinde bulunur. Köklerde ve bazı parazit bitkilerin toprak üstü kısımlarında bulunmaz.

Yapraklarda stomaların bulunduğu yüzeye göre; **hipostomatik yaprak** (stomalar alt yüzeyde), **epistomatik yaprak** (stomalar üst yüzeyde) ve **amfistomatik yaprak** (stomalar her iki yüzeyde) olarak adlandırılır.

Stoma yapısına baktığımızda; iki bekçi hücresi, aralarındaki açıklık yani **por** ve sayıları değişen yardımcı hücreleri görürüz. İki bekçi hücresi ve yardımcı hücrelerden oluşan bu yapıya **stoma aygıtı** adı verilir. Stoma altında bulunan **"stoma altı boşluğu"** por aracılığı ile dış atmosferle ilişkilidir. Stoma porunun açık veya kapalı olması bekçi hücrelerinin turgor durumu ile ilgilidir.

Bekçi hücrelerinin **dorsal** ve **ventral çeperlerinde** görülen kalınlaşma farklılıklarına dolayısı ile porun açılma özelliklerine göre stomalar üç guruba ayrılırlar.

**Mnium tip:** İlkel tiptir. Karayosunlarında ve bazı eğreltilerde görülür. Ventral çeperler ince dorsal çeper kalındır.

**Amarillis (Helleborus) tip:** Birçok monokotil ve dikotillerde görülür. Bekçi hücrelerinin ventral çeperleri kalın, dorsal çeperleri incedir.

**Gramineae tip:** Cyperaceae ve Poaceae familyası taksonlarında görülür. Bu tipte bekçi hücrelerinin uçları ince çeperli ve geniş lümenlidir. Orta kısımları düz ve kalınlaşmıştır.

Son yıllarda stoma aygıtındaki yardımcı hücrelerin şekli ve düzenlenişi dikkati çekmiş ve taksonomik anatomi çalışmalarında değerlendirilmek üzere yeni bir sınıflama yapılmıştır. Fahn (1974)'da bildirildiğine göre yardımcı hücrelerin şekli ve düzenlenişi göz önüne alınarak dikotillerde (Metcalfe and Chalk, 1950) beş, monokotillerde (Stebbins and Khush, 1961) ise dört stoma tipi tanımlanmıştır.

Dikoltillerde görülen tipler:

- **Düzensiz hücreli stoma tipi (anomositik)**
- **Eşit olmayan hücreli stoma tipi (anizositik)**
- **Paralel hücreli stoma tipi (parasitik)**
- **Çapraz hücreli stoma tipi (diasitik)**
- **Işınsal hücreli stoma tipi (aktinositik)**

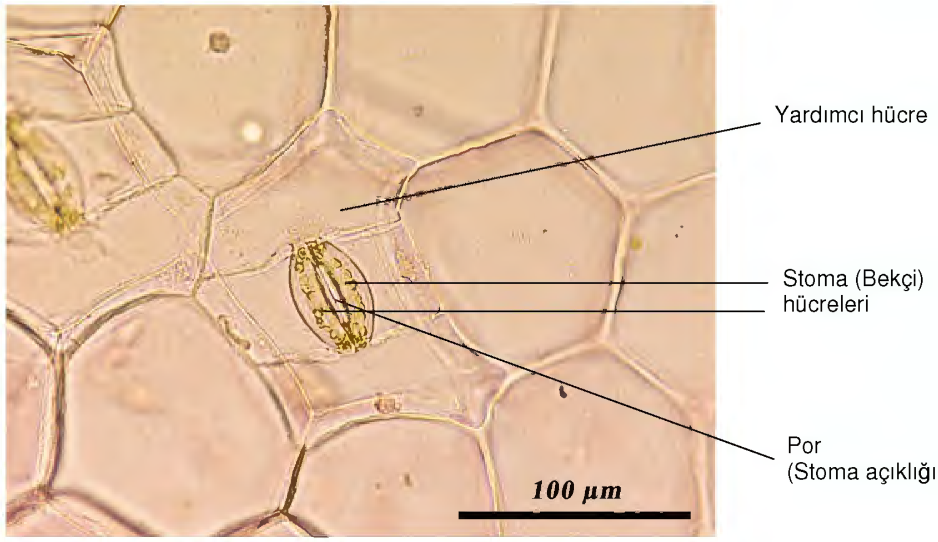
Monokotillerde görülen tipler:

- **Bekçi hücreleri dört ila altı yardımcı hücreyle çevrilmiştir.** (Araceae, Musaceae, Cannaceae, Commelinaceae, Strelitziaceae, Zingiberaceae)
- **Bekçi hücreleri dört ila altı yardımcı hücre ile çevrilmiş olup, küçük ve yuvarlak olan ikisi bekçi hücrelerin ucunda yer alır.** (Palmae, Pandanaceae, Cyclanthaceae)
- **Bekçi hücreleri iki yardımcı hücre tarafından kuşatılmıştır.** (Ponthederiaceae, Flagellariaceae, Butomales, Alismatales, Potamogetonales, Cyperales, Xyridales, Juncales, Graminales)
- **Bekçi hücreleri herhangi bir yardımcı hücre ile ilişkili değildir.** (Liliales, Dioscoreales, Amaryllidales, Iridales, Orchidales)

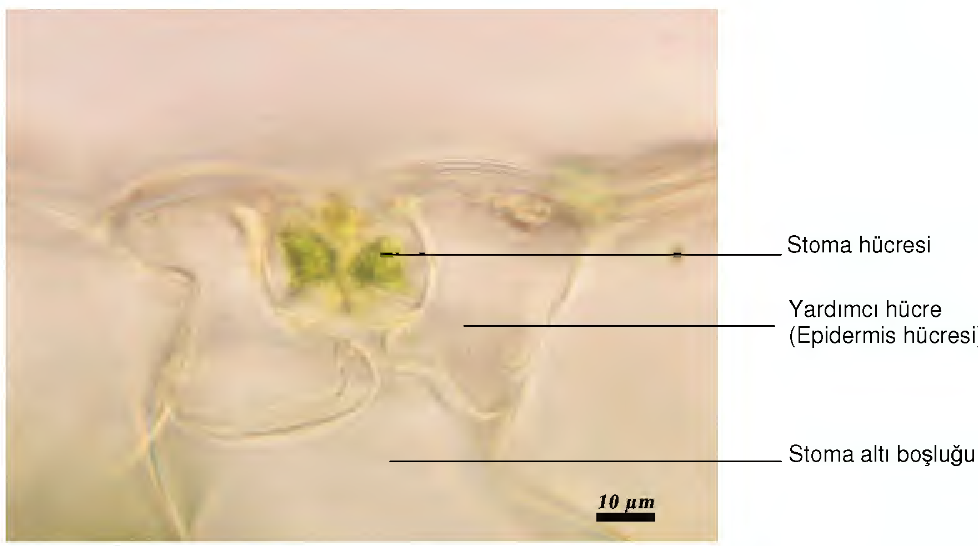
Bitkilerin ekolojik koşullardaki yaşayışlarına göre bekçi hücreleri epidermis hücreleri ile aynı düzeyde, daha yukarıda ya da daha aşağıda bulunabilir. Su kaybına ayarlamak amacıyla yapılan bu düzenlemeye göre **kseromorf stoma**, **higromorf stoma** ve **mezomorf stoma** tiplerinden söz edilir. Zakkum (*Nerium* L.)'da olduğu gibi bazı bitkilerde stoma aygıtları özel odalar içinde oluşur ve yüzeyden yükselmiş şekilde bulunur.

**Stomanın genel yapısı**

**Amarillis (Helleborus) tipi stoma**



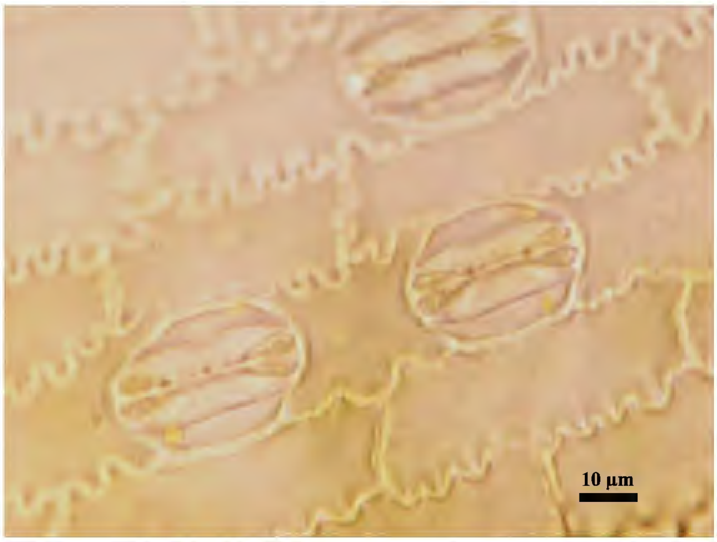

a



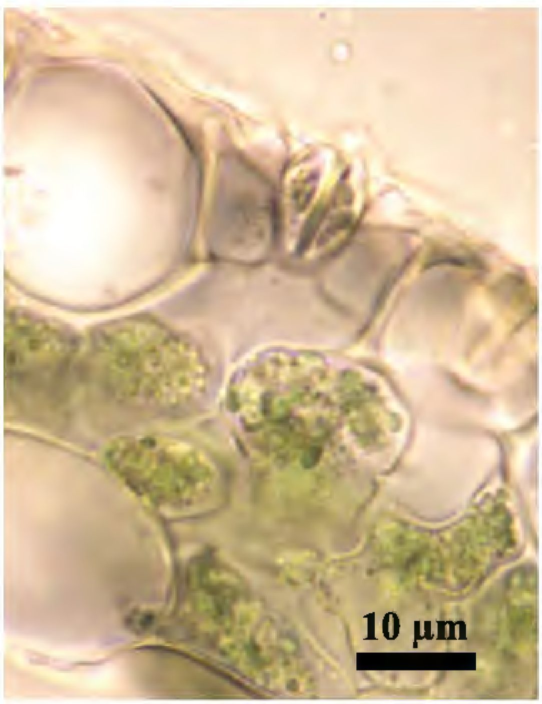

b

**Şekil 3.9.** Telgraf çiçeği **(*Tradescantia*** L.**)** bitkisinin yaprağının **a.** alt epidermisinden yüzeysel ve **b.** yapraktan alınan enine kesitte stomalar.

**Gramineae tipi stoma**




a




b

**Şekil 3.10.** Papirüsgiller **(*Cyperaceae*)** familyası üyelerinin yaprağının alt epidermisinden **a.** yüzeysel ve **b.** enine kesitte Gramineae tipi stomalar.

## Dikotil bitkilerde görülen stomaların yardımcı hücrelerine göre adlandırılması

### Düzensiz hücreli stoma tipi (anomositik)




**Şekil 3.11.** Gelincikgiller (***Papaveraceae***) familyası üyelerinin yaprak alt epidermisinden alınan yüzeysel kesitte düzensiz hücreli stoma tipi (anomositik).

### Eşit olmayan hücreli stoma tipi (anizositik)



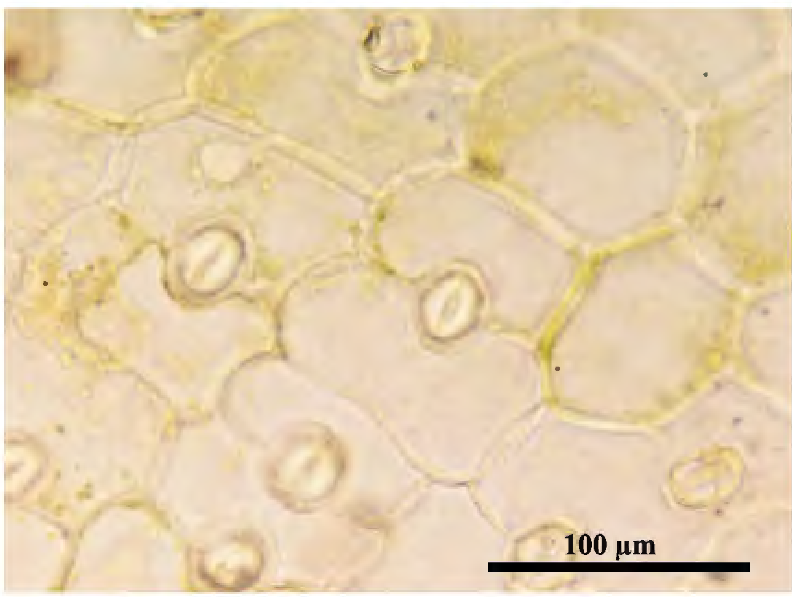

**Şekil 3.12.** Hardalgiller (***Brassicaceae***) familyası üyeleri yaprağının alt epidermisinde alınan yüzeysel kesitte eşit olmayan hücreli stoma tipi (anizositik).

**Paralel hücreli stoma tipi (parasitik)**



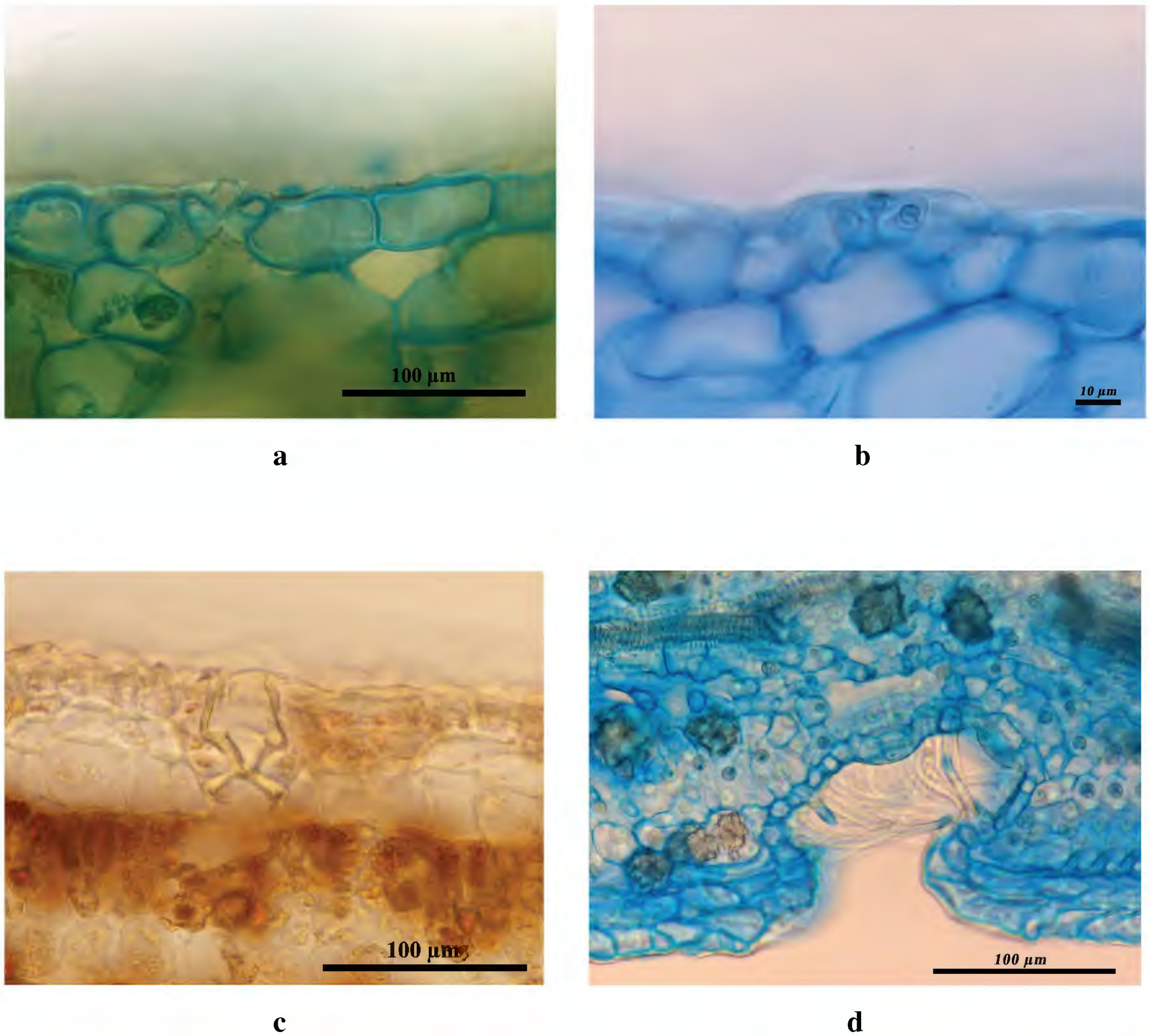

**Şekil 3.13.** Şarmaşıkgiller (***Convolvulaceae***) familyası üyelerinin yaprak alt epidermisinden alınan yüzeysel kesitte paralel hücreli stoma tipi (parasitik).

**Çapraz hücreli stoma tipi (diasitik)**




**Şekil 3.14.** Karanfilgiller (***Caryophyllaceae***) familyası üyelerinin yaprak alt epidermisinden alınan yüzeysel kesitte çapraz hücreli stoma tipi (diasitik).

**Farklı ekolojik koşullarda yaşayan bitkilerde stomaların komşu epidermis hücrelerinin durumlarına göre adlandırılması**




**Şekil 3.15.** Farklı ekolojik koşullarda yaşayan bitkilerde stomaların komşu epidermis hücrelerine göre durumları değişiklik göstermektedir. **a.** Kurtbağrı **(*Ligustrum*** L.**)'**nda mesomorf**, b.** Ballıbaba **(*Lamium*** L.**)'**da higromorf, **c.** Lastik ağacı **(*Ficus elastica*** Roxbg.**)**'nda kseromorf ve **d.** Zakkum (***Nerium oleander*** L.**)**'da özel odalarda gelişen stomalar.

### ii) Tüyler

Epidermisten türevlenen ve epidermisin dışarı doğru meydana getirdiği çıkıntılardır. Tüy hücreleri ya protoplazmaları bakımından epidermis hücrelerine benzerler, yani vakuolleri geniş, sitoplazmaları az olan canlı hücrelerdir ya da sitoplazmalarını erken dönemlerinde kaybederek ölü hale geçerler.

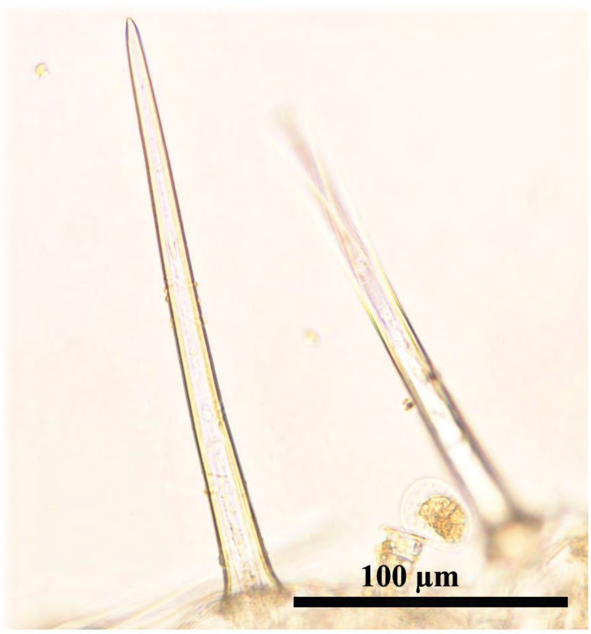
Tüyler tek ya da çok hücreli olabilirler. Tek hücreli tüyler konik şekilde olabildikleri gibi bazen dallanmada gösterebilirler.

Tüyler farklı bitkilerde değişik görevler üstlenmişlerdir. Bu bakımdan sınıflandırıldıklarında; korunma, savunma, emici, tırmanma ve salgı tüyleri olarak adlandırılabilirler.

**Emergensler** de tüylerde olduğu gibi epidermisin dışarıya doğru yapmış olduğu çıkıntılarıdır. Tüylerden farklı olarak yapıya epidermis altı dokular da katılmıştır. Salgı salgılayan tipleri olduğu gibi tutunma ödevini üstlenen emergenslerde vardır.

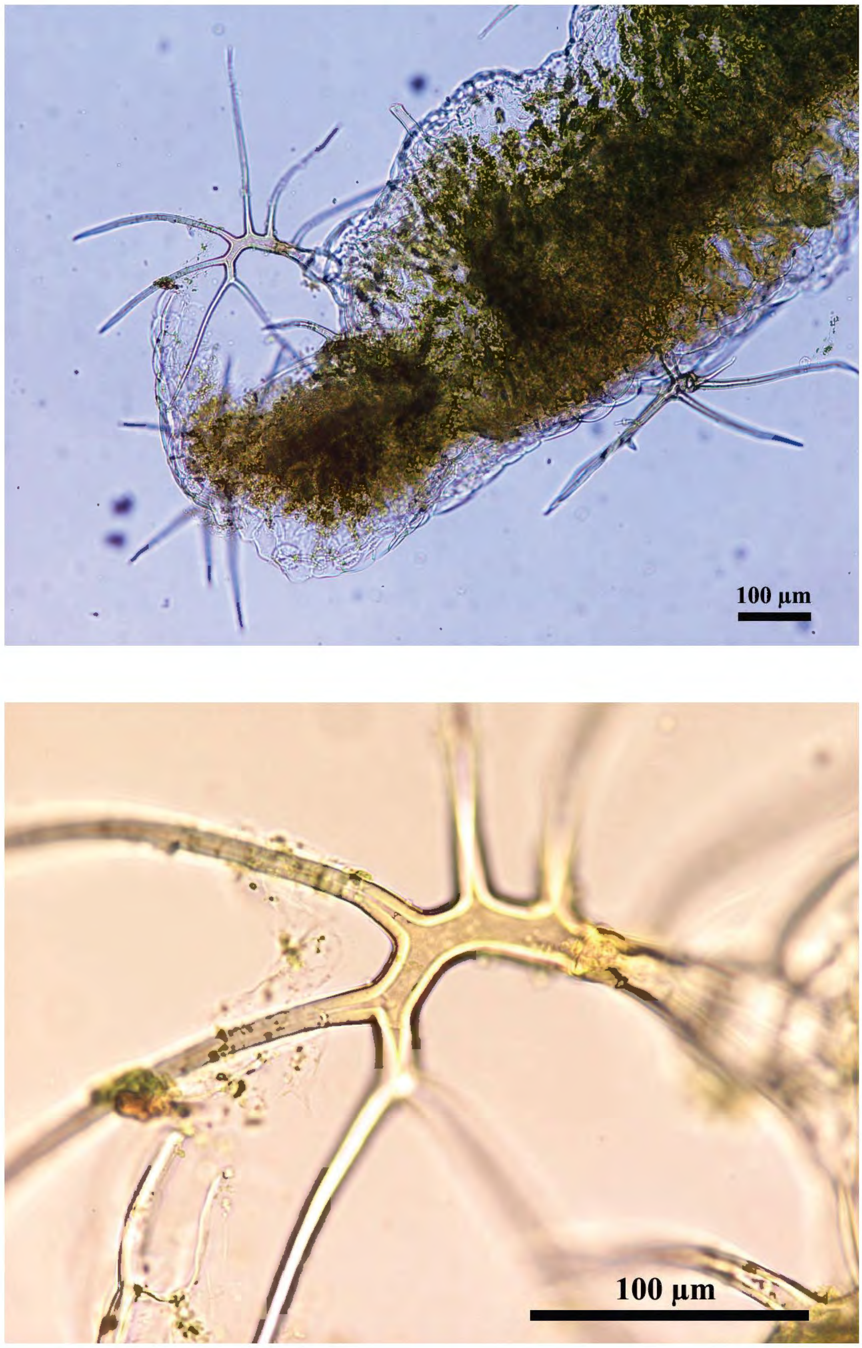
#### Tek hücreli tüyler

#### İğne veya konik şeklindeki tüy



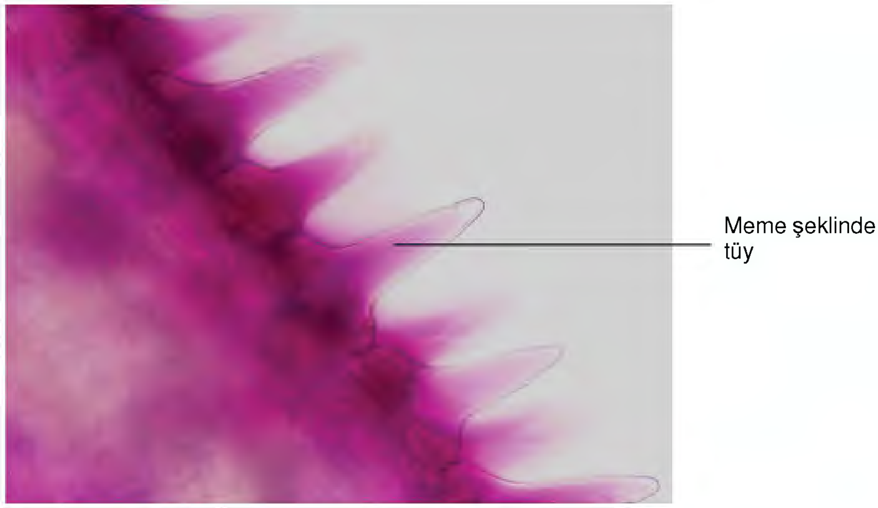

**Şekil 3.16.** Sardunya (***Pelargonium zonale*** L.)'nın yaprak sapından (petiyol) alınan enine kesitte iğne veya konik şeklindeki tüyler.

### Tek hücreli dallanmış tüy




**Şekil 3.17.** Şebboy (***Matthiola*** L.)'un yaprak yüzeyinden alınan kazıntıda tek hücreli dallanmış tüyler.

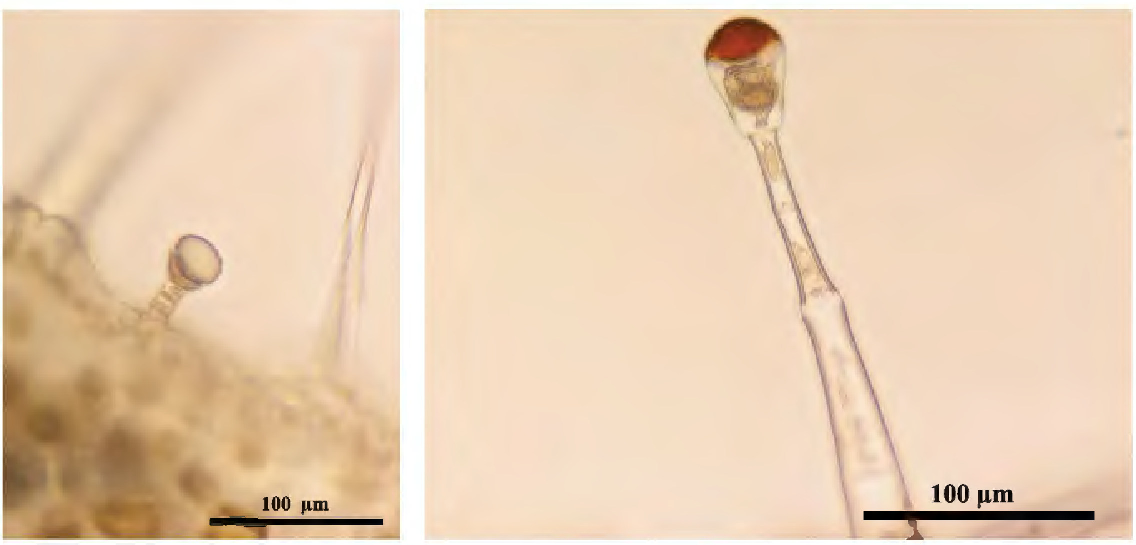
### Meme şeklinde tüy




**Şekil 3.18.** Menekşe (***Viola*** L.)'nin taç yaprağında meme şeklindeki tüyler.

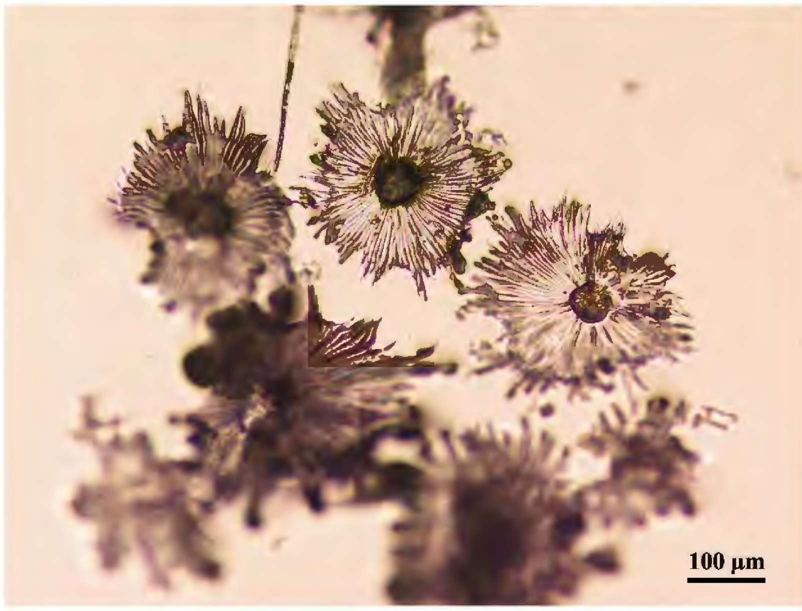
### Çok hücreli tüyler

### Salgı tüyü




**Şekil 3.19.** Sardunya (***Pelargonium zonale*** L.)'nın yaprak sapından (petiyol) alınan enine kesitte salgı tüyleri.

**Kalkan tüy**




**Şekil 3.20.** İğde (***Elaeagnus angustifolia*** L.)'nin yaprak yüzeyinden alınan kazıntıda kalkan tüyler.

**Şamdan tüy**

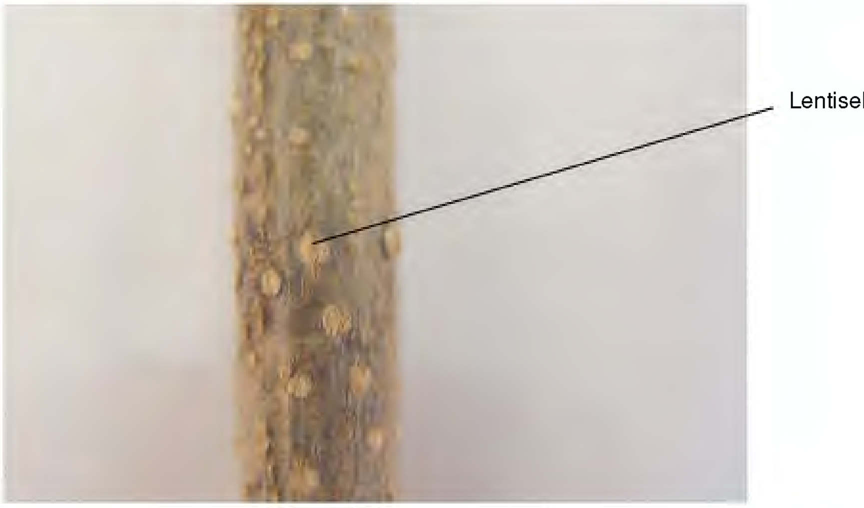




a b

**Şekil 3.21. a.** Sığırkuyruğu (***Verbascum*** L.) ve **b.** Doğu çınarı (***Platanus orientalis*** L.)'nın yaprağının alt epidermisinden alınan yüzeysel kazıntıda şamdan tüyler.

### iii) Lentiseller

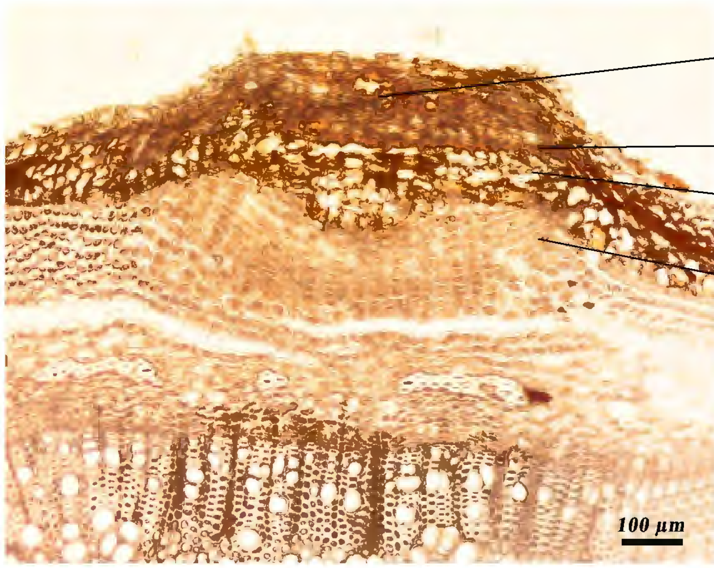



**Şekil 3.22.** Altın çanağı (***Forsythia*** Zabel) bitkisinin gövdesinde bulunan lentisellerin morfolojik görünüşü.

### iv) Emergensler




**Şekil 3.23.** Gül **(*Rosa canina*** L.**)**'ün gövdesinde bulunan emergenslerin morfolojik görünüşü.




**Şekil 3.24.** Mürver (***Sambucus nigra*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte lentisel ve yapısı.

### c) Periderm (fellogen, felloderm ve fellem)

Periderm, gymnosperm ve dikotillerin kök ve gövdelerinin enine büyümeleri sırasında epidermisin yerini alan sekonder koruyucu dokudur. Tipik epidermisin aksine çok tabakalı doku sistemidir ve genellikle mantar veya fellemi oluşturur. Bununla beraber istisnalar vardır. Örneğin patates yumru ve elma meyve kabukları da peridermdir.

Periderm yapısal olarak üç kısımdan meydana gelmiştir. Bunlar **fellogen** (veya mantar kambiyumu), **fellem** ve **fellodermdir**.

Lateral meristem olan fellogen bir hücre şeridiyle gövdeyi çevreler ve peridermi oluşturur. Dışa doğru oluşturulan mantar hücreleri suya ve gazlara geçirgen değildir. Bazı bölgelerde lentisellerle kesintiye uğrar. Lentiseller, epidermiste bulunan stomalarla benzer fonksiyonu görür ve gazların difüzyonuna izin verir. Fellogenin kökte veya gövde de içe doğru oluşturduğu canlı parankima hücreleri yapısal olarak korteks hücrelerine benzer. Felloderm ve mantar tabakalarının sayısı türler arasında büyük farklılık gösterir. Bazı bitkiler felloderm oluşturmaz.

Mantar kambiyumu birçok bitki gövdesinde korteksin dış (subepidermis) tabakalarında oluşur. Fakat bazı bitkilerde epidermal hücrelerin **periklinal** bölünmelerinden köken alırken, alternatif olarak gövdenin iç kısımlarında örneğin primer floemde de oluşabilir.

Kabuğun odun olmadığını da vurgulamak gerekir. Odun sadece sekonder ksilemi ifade eder. Kabuk ise genel bir kabul olarak vasküler kambiyumun dışında kalan tüm dokuları kapsar. İç kabuk ve dış kabuk olmak üzere ikiye ayrılabilir. İç kabuk vaskuler kambiyumdan, fellogene kadar olan dokuları yani bir sekonder meristemden diğer sekonder meristeme kadar olan dokuları kapsar. Dış kabuk ise mantar kambiyumunun dışındaki ölü dokuları kapsar. Vaskuler kambiyumu ile fellogen (mantar kambiyumu) arasındaki farklılığı vurgulamak istersek, fellogen;

-Prokambiyum gibi daha önceki bir meristemden köken almaz.

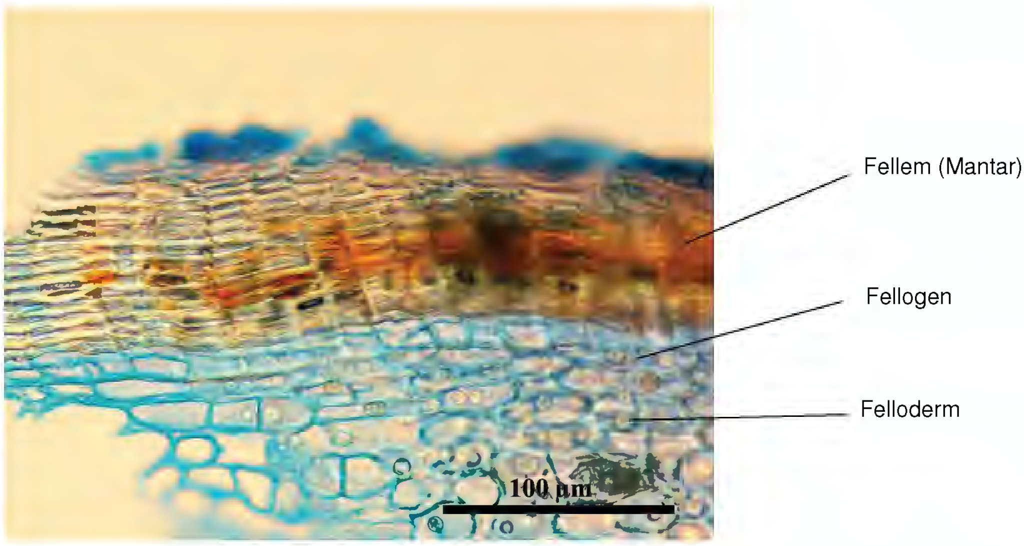
-Daimi dokudan köken alır, genellikle korteksin **subepidermal** tabakalarından.

-Odunlu bitkilerde ana gövde kalınlaşırken, tekrar tekrar oluşabilir ve **ritidom** adı verilen dış kabuk meydana gelir.

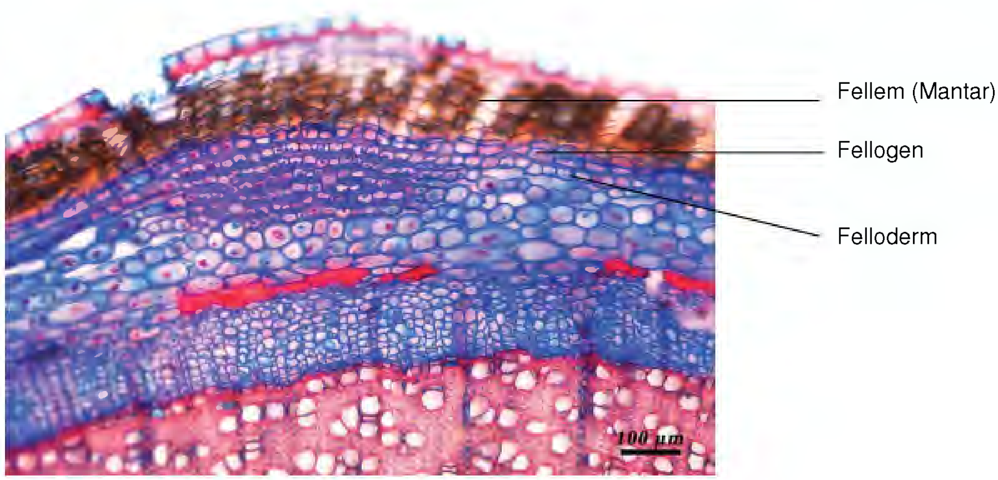
-Tipik olarak orijinini tekrar meristematik özellik kazanan hücrelerin farklılaşmasına borçludur.

-Lentisel bölgeleri dışında, hücreler arası alanlar içermez.

-Oluşturulan mantar hücreleri fellogen hücreleri gibi aynı şekle sahiptir.




**Şekil 3.25.** Meşe ağacı **(*Quercus*** L.**)**'nın gövdesinden alınan enine kesitte periderm (fellogen, felloderm ve fellem).




**Şekil 3.26.** Mürver **(*Sambucus*** L.**)** gövdesinden alınan enine kesitte periderm (fellogen, felloderm ve fellem).

### 3.2.2. Temel doku (parenkima)

Bitkinin her organında bulunan ve bitkinin temel yapısını oluşturan bu doku, **izodiyametrik** ve nadiren uzamış parenkima hücrelerinin oluşturduğu bir dokudur. Diğer dokular bu temel dokunun içerisinde gömülü olarak bulunurlar.

Parankima hücreleri ince çeperli ve bol protoplazmalı canlı hücrelerdir. Bazı besi doku hücrelerinde olduğu gibi kalın çeperli olabilirler. Diğer hücrelerin öncülü olarak kabul edilir. Bölünme özelliklerini her zaman saklı tutarlar.

Parankima hücreleri üstlendikleri morfolojik ve fizyolojik işlevlere göre değişik şekiller gösterseler de, tipik olarak izodiyametriktir. Yine bulundukları yere ve görevlerine uygun olarak bir plastid çeşidini bulundururlar (kloroplastlar, levkoplastlar gibi).

İşlevlerine göre parankima; **asimileme parenkiması** (fotosentetik parankima), **depo parenkiması, iletim parenkiması** ve **aerenkima** olarak sınıflandırılmaktadır.

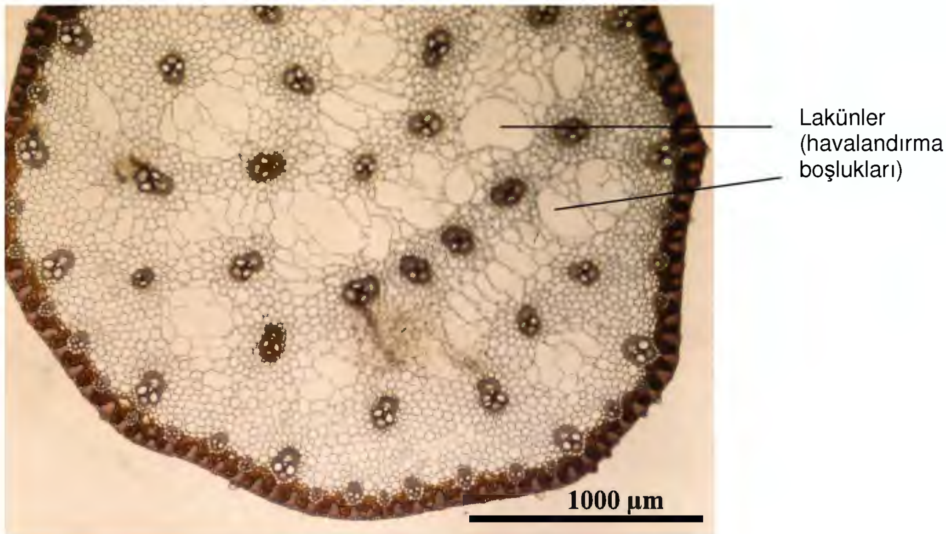
Bir hücre tipinden oluştuğu için parankima dokusu basit dokular arasında sayılır.

#### a) İletim parenkiması (iletken doku)

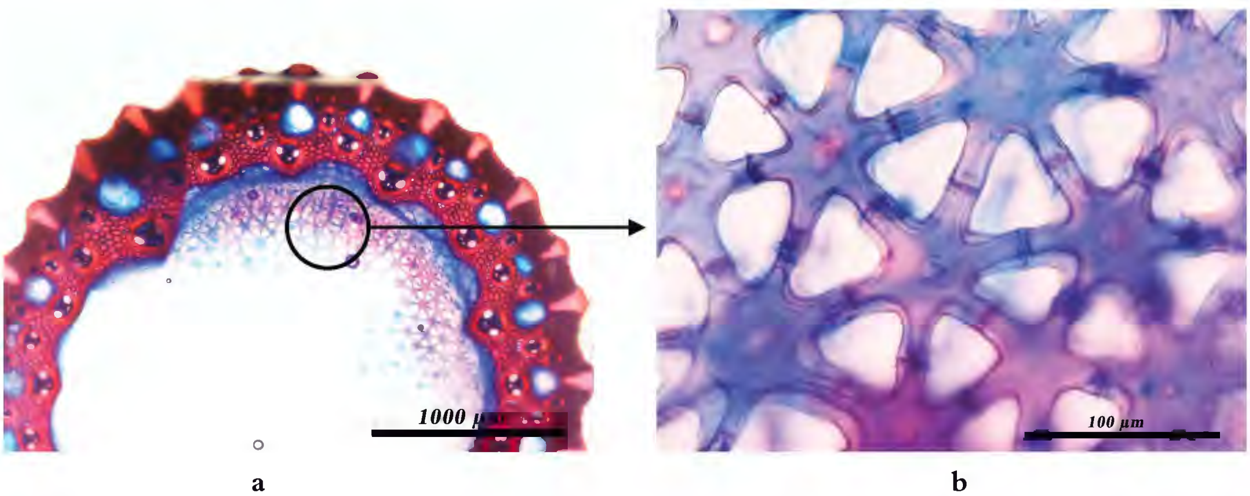


**Şekil 3.27.** Yer sarmaşığı **(*Glechoma* L.)** yaprağından alınan epidermisi altı yüzeysel kesitte oklar ile işaretli iletim parenkiması (Mauseth, 2008).

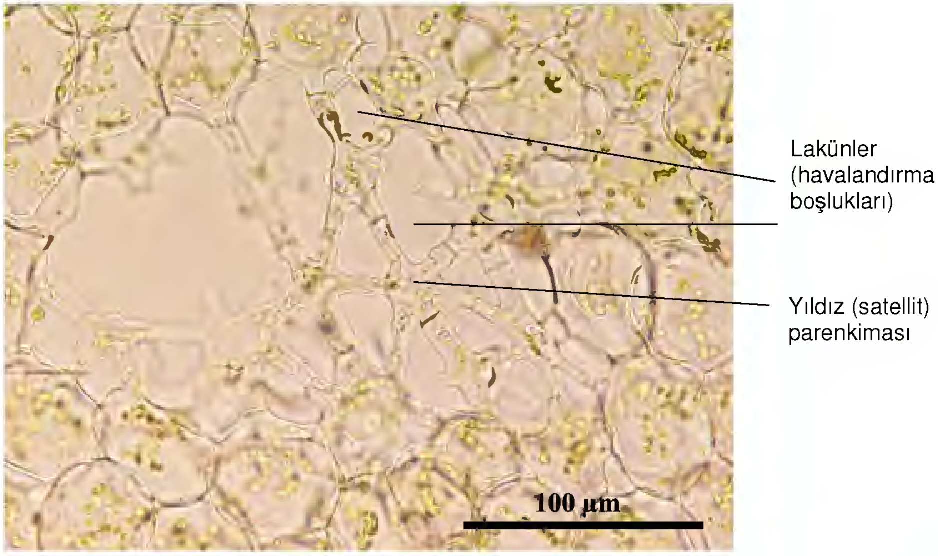
**b) Havalandırma parenkiması**




**Şekil 3.28.** Japon şemsiyesi **(*Cyperus*** L.**)**'nin gövdesinden alınan enine kesitte havalandırma parenkiması.

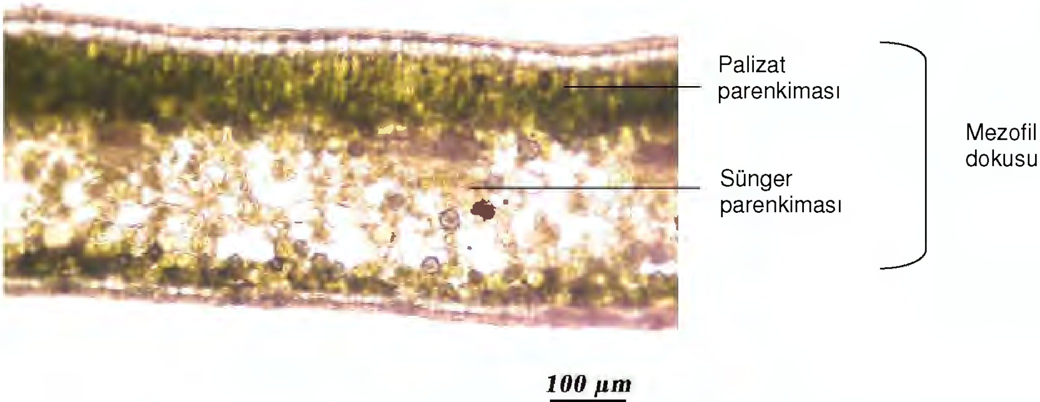



**Şekil 3.29.** Hasırotu **(*Juncus*** L.**)** bitkisi gövdesinden alınan enine kesitte **a.** genel görünüş ve **b.** yıldız (satellit) parenkiması.



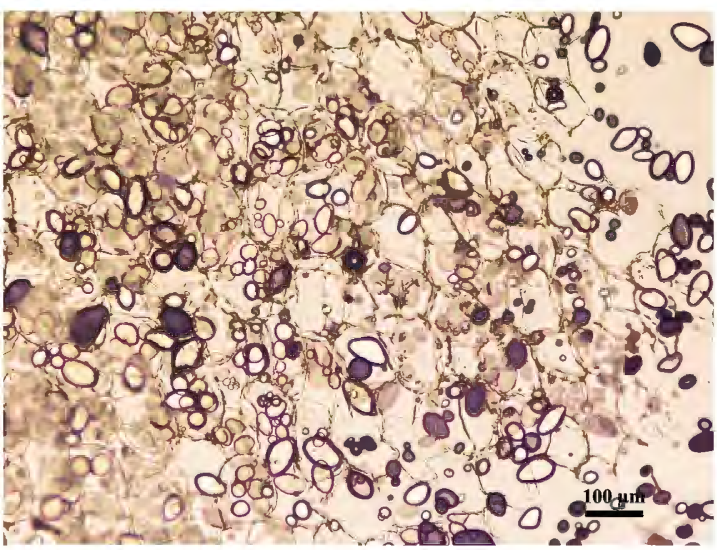

**Şekil 3.30.** Ananas **(*Ananas sativa*** Lindl.**)** bitkisi meyvesinin üzerindeki braktelerden alınan enine kesitte yıldız (satellit) parenkiması.

### c) Asimileme parenkiması




**Şekil 3.31.** Taflan **(*Euonymus japonica*** L.**)** bitkisi yaprağından alınan enine kesitte asimileme (palizat ve sünger) parenkiması.

### d) Depo parenkiması




**Şekil 3.32.** Patates **(*Solanum tuberosum*** L.**)** yumrusundan alınan enine ya da boyuna kesitte depo (nişasta taneleri depolanmış hücreler) parenkiması.

### 3.2.3. Destek doku (sklerankima, kollenkima)

Bitkiler belirli ödevlerini yapabilmek için dış etkilere karşı durabilmek ve ince çeperli hücrelerden oluşan dokularına destek olup, direnç kazandırmak için mekaniksel sisteme gereksinim duyarlar. Örneğin, 1-1,5 metreye ulaşan buğday (*Triticum* L.) bitki gövdesi ucundaki başağı taşımak için dik durmak zorundadır. Yine yapraklar görevlerini yapmak için yırtılmalara karşı direnç gösterebilmelidir.

Bitkilerde bu destek görevini **kollenkima** ve **sklerenkima dokuları** yerine getirir. Bu iki doku birlikte **sterom** olarak adlandırılır.

#### a) Sklerankima

Olgunlukta canlılıklarını kaybetmiş hücrelerdir. Kollenkimadan çeper özellikleri bakımından ayrılırlar. Çeperleri ligninleşmiştir. Çeper kalınlaşması, kollenkimadan farklı olarak, hücrenin her tarafında aynıdır ve elastiki sekonder çeper özelliğini taşır. Bu dokuyu oluşturan hücreler **lifler ve sklereidler** olmak üzere iki guruba ayrılır.

**i) Lifler:** Genelde uzun ve sivri uçlu sklerankima hücreleridir. Saf selüloz çeperli olanları varsa da genelde çeperleri ligninleşmiştir. Ergin fazda ölü hücrelerdir. Lifler gövde ve yapraklarda genelde çevresel, kökte ise merkezde bulunurlar. **Korteks, perisikl, floem,** ve **ksilemde** gruplar halinde veya iletim demetlerinde demet kını şeklinde görülürler. Lifler morfolojik bakımdan iki gruba ayrılırlar:

-**Ksilem veya odun lifleri:** Morfolojik bakımdan indirgenmiş trakeidler olarak kabul edilirler. Ligninleşmiş sekonder çepere sahiptirler. Odun lifleri, **lif trakeidleri** ve **libriform lifler** olarak iki guruba ayrılırlar. Lif trakeidleri, lifler ile trakeidler arasında geçit tipler olarak kabul edilir.

-**Ekstraksilar lifler:** Gelişim bakımından heterojen bir grup teşkil ederler. **Floem lifleri, korteks lifleri** ve **perivaskuler lifler** gibi farklı tipleri vardır. Floem lifleri primer veya sekonder floemde, korteks lifleri kortekste, perivaskuler lifler ise vaskuler silindirin çevresinde yer alırlar. Ekstraksilar lifler gruplar halinde bulunursa **bastlifleri** olarak adlandırılırlar.

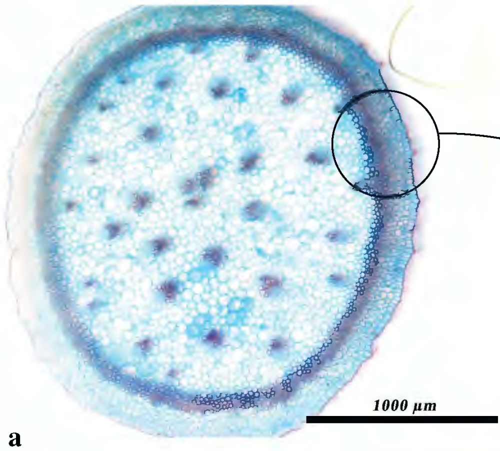
Orijinleri bakımından lifler, prokambiyum, kambiyum, temel meristem gibi farklı meristemlerden köken alırlar. Ekonomik önemleri vardır.

**ii) Sklereidler:** Bazen izodiyametrik, bazen uzamış bazende yıldızsı sklerenkima hücreleridir. Bitki yapısında fazla yayılma gösterirler. Gymnosperm ve dikotillerin korteks ve öz kısımlarında, ksilem ve floem elemanları arasında, yapraklarda, meyve ve tohumlarda (perikarp ve endokarpta) bulunurlar.

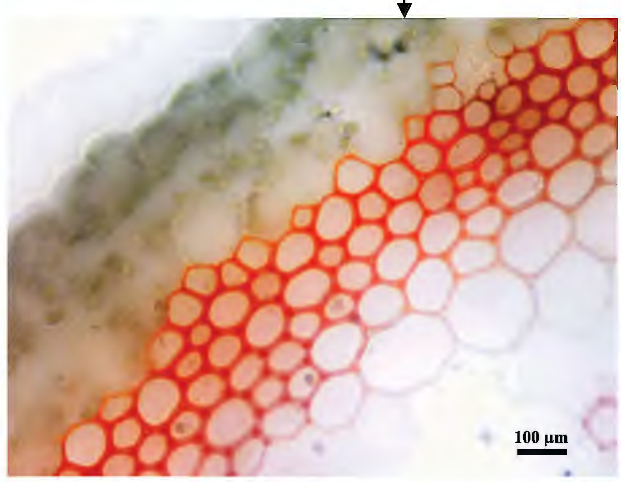
Sklereidler şekil, büyüklük ve çeper özelliklerine göre değişiklik gösterirler. **Brakisklereidler, makrosklereidler, osteosklereidler** ve **asterosklereidler** olmak üzere dört grupta incelenirler.

Sklereidler, parankima hücrelerinin sekonder çeper kalınlaşması ile geliştikleri gibi doğrudan sklereid primordium hücrelerinden de oluşabilirler.

**Sklerankima lifleri**




a



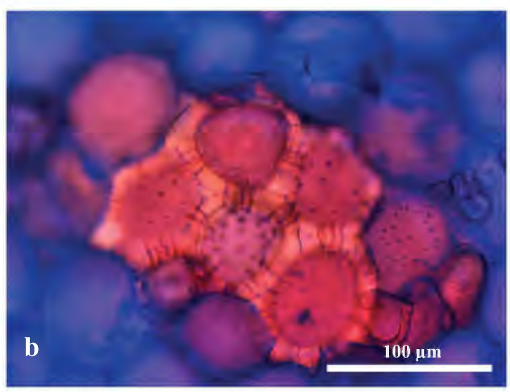

b

**Şekil 3.33.** Kordela (***Chlorophytum*** CV.) bitkisinin stolon gövdesinden alınan enine kesitte **a.** genel görünüş ve **b.** çevresel yer almış sklerankima lifleri.

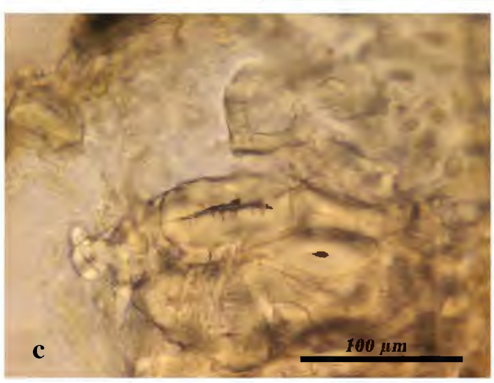
**Sklereidler**




a

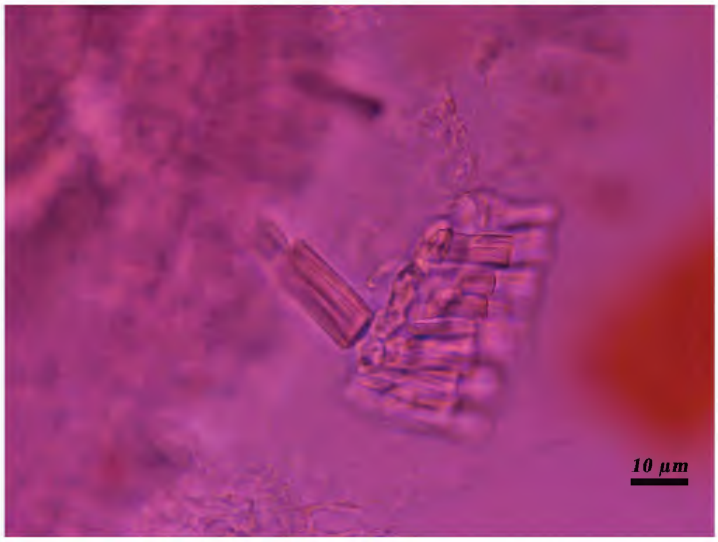



b

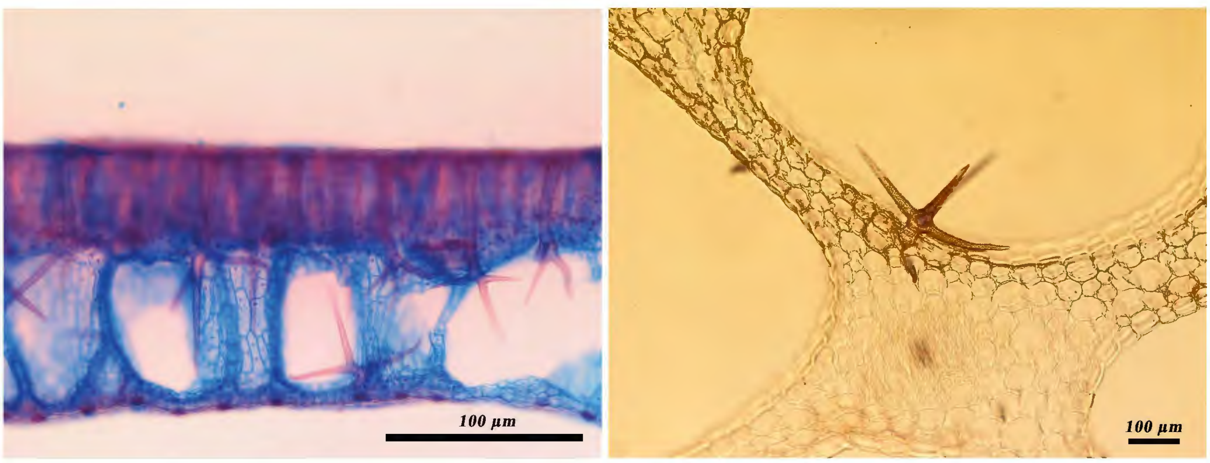



c

**Şekil 3.34. a.** Armut (***Pyrus communis*** L.) meyvesinin etli kısmından alınan kazıntıda, **b.** Mum çiçeği (***Hoya carnosa*** R. Br.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte ve **c.** Trabzon hurması (***Diospyros kaki*** L.) bitkisinin tohumundan alınan enine kesitte taş hücreleri (brakisklereidler).




**Şekil 3.35.** Fasulye (***Phaseolus vulgaris*** L.) bitkisinin tohum testasında makrosklereidler.




**Şekil 3.36.** Nilüfer (***Nymphaea*** L.) bitkisinin yaprağından alınan enine kesitte asterosklereidler.

## b) Kollenkima

Kollenkima dokusunu oluşturan hücreler bazen izodiyametrik bazen de az çok uzamış prizmatik şekillidir. Parankima hücreleri gibi olgunlukta canlı olan hücrelerdir. Selülozdan yapılmış olan primer çeperlerindeki kalınlaşma, hücrelerin her tarafında eşit değildir. Bu özellikleri nedeniyle sklerenkima hücrelerinden kolayca ayrılırlar. Değişik biyolojik boyalar selüloz ve lignini farklı boyarlar. Bu nedenle, bizim kullandığımız boya sisteminde olduğu gibi selüloz çeperler mavi, ligninli çeperler kırmızı veya pembe renk aldığından kollenkimayı ayırt etmek kolay olur.

Kollenkima hücre çeperlerinde ligninleşme olmadığından doku eğilip bükülebilir. Bu nedenle, büyümekte olan genç gövdelerde veya yapraklar gibi bükülebilen organlarda yapısal destek ve koruma için çok uygundur.

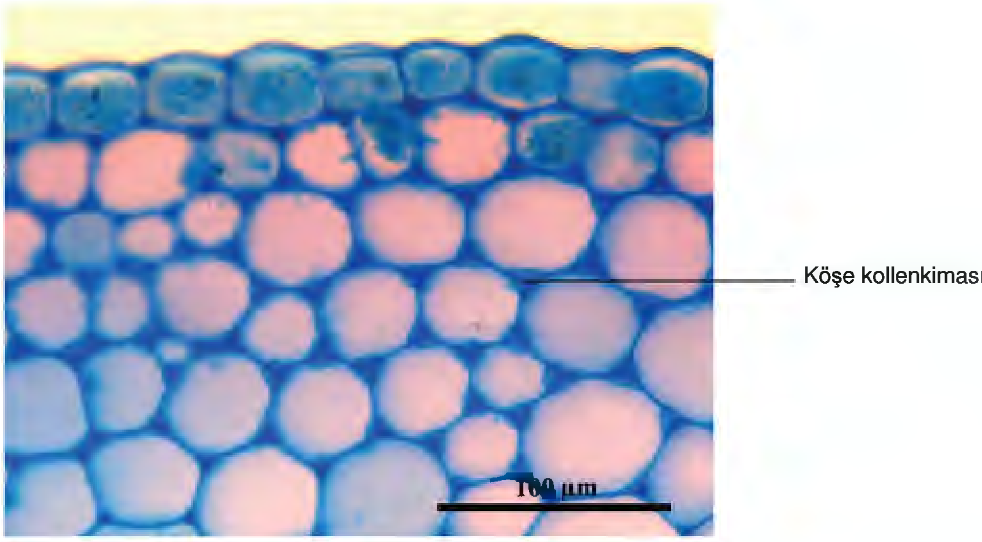
Kollenkima, uzamakta olan organlarda, özellikle genç gövdelerde epidermisin hemen altında, yapraklarda damar boyunca bulunur. Çiçek ve yaprak saplarında da yer alır.

i) **Köşe kollenkiması,**

ii) **Levha kollenkiması,**

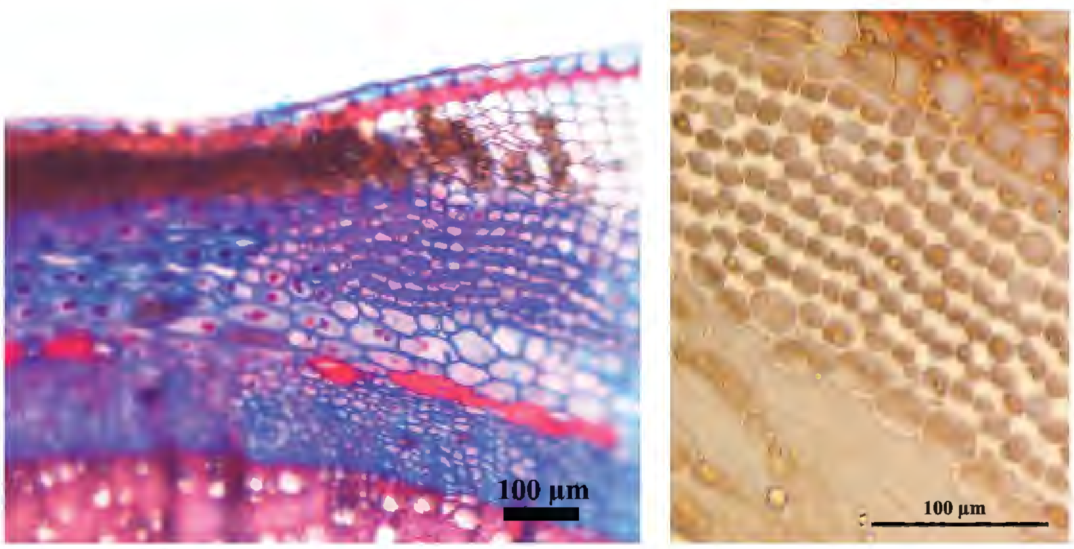
iii) **Lakün kollenkiması** olmak üzere üç tipi vardır.

### Köşe kollenkiması



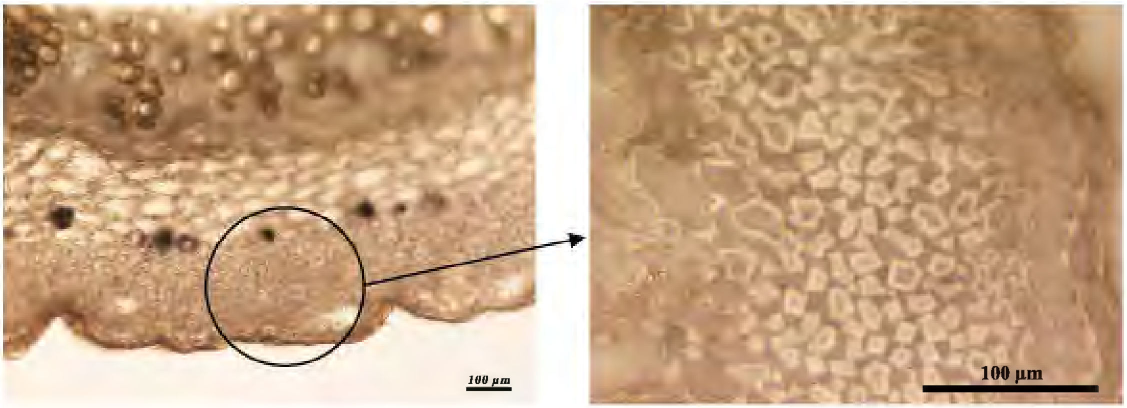

**Şekil 3.37.** Cam güzeli (***Impatiens sultanii*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte köşe kollenkiması.

### Levha kollenkiması

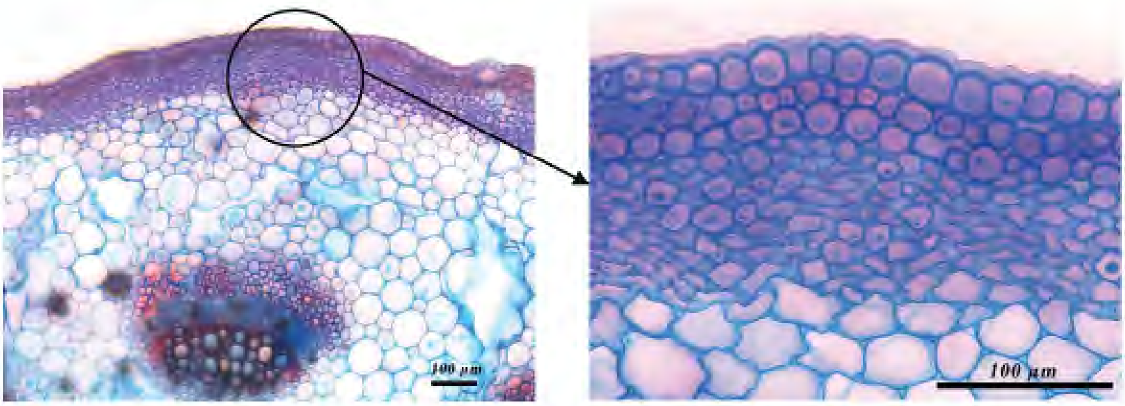



**Şekil 3.38.** Mürver (***Sambucus nigra*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte levha kollenkiması.

**Lakün kollenkiması**




**Şekil 3.39.** Şeytan elması **(*Datura stramonium*** L.**)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte lakün kollenkiması.




**Şekil 3.40.** Hatmi (***Althaea*** L.) bitkisinin yaprak sapından alınan enine kesitte lakün kollenkiması.

### 3.2.4. İletim dokusu

Çimlenen tohumda embriyo gelişip, apikal meristemler birbirinden uzaklaştıkça yani bitki geliştikçe, organlar arasında uzun mesafeli madde iletimini gerçekleştirecek yapılara gereksinim vardır. Su ve suda erimiş maddeleri ileten **ksilem dokusu** ve asimilasyon ürünlerini ileten **floem dokusu** bir arada **iletim sistemini** oluştururlar. Her iki doku da değişik elemanlar bulundurduğundan kompleks dokular arasında yer alır.

Daima bir arada bulunan ksilem ve floem dokusu değişik şekil veya organizasyonda bulunarak **iletim demeti tiplerini** meydana getirirler.

### a) Ksilem

Ksilemin ana görevi su ve suda çözünmüş mineral madde iletmektir. Bunun yanında, besin depo etmek ve destek görevleri de vardır. Ksilem primer veya sekonder kökenli olabilir. Primer ksilem (proto- ve metaksilem) prokambiyumdan köken alırken, sekonder ksilem vasküler kambiyumdan gelişir.

Kompleks doku olan ksilem **su ileten borular (trakeid ve trakeler), ksilem sklerenkiması ve ksilem parenkiması** elemanlarından oluşmaktadır.

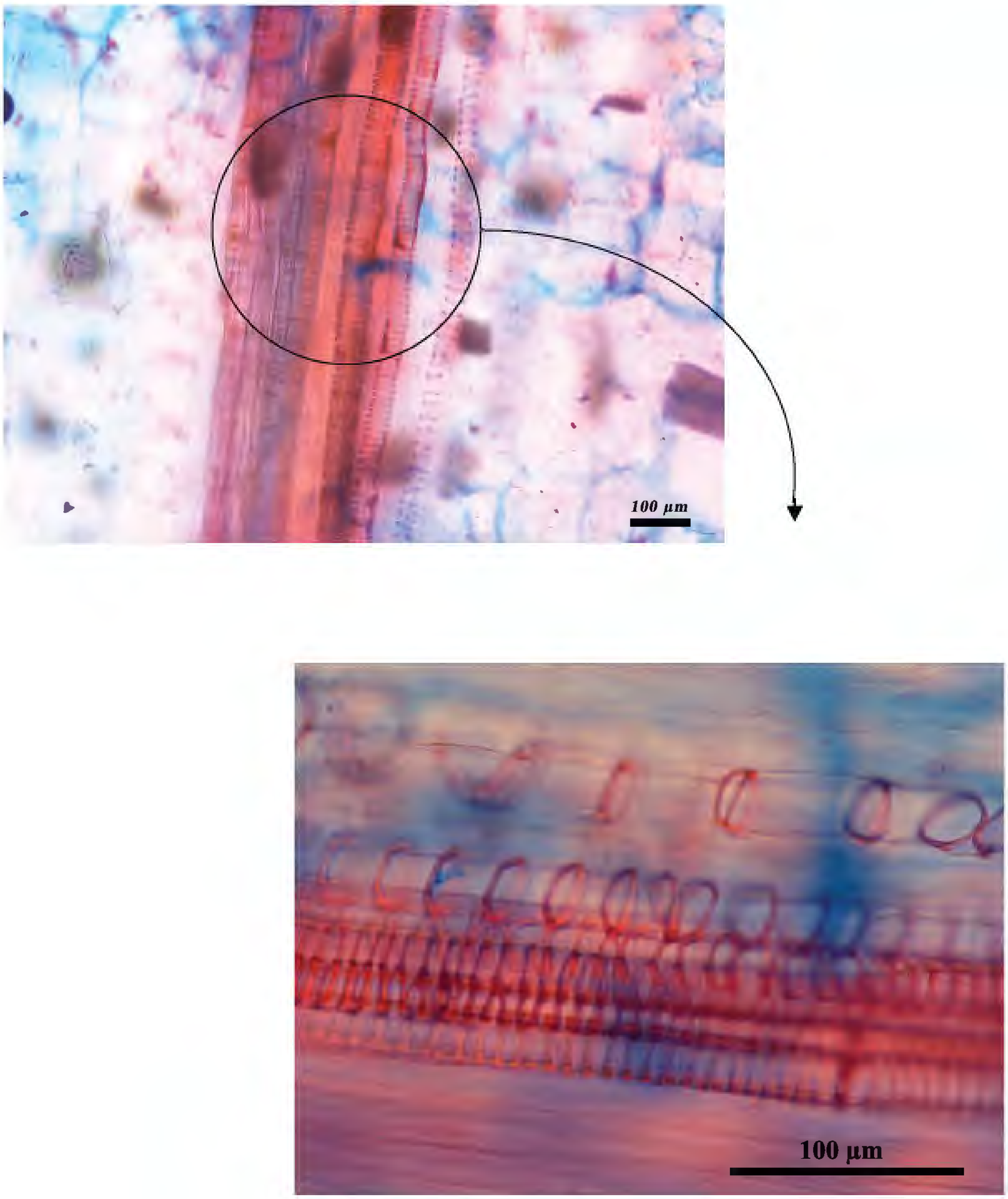
**i) Trakeidler:** Genellikle, cansız, iki ucu kapalı ve sivri, enleri dar, uzun hücrelerdir. Hücre içeriklerini bazen çeperleri ligninleşinceye kadar koruyabilirler. Çeperlerinde kenarlı geçit bulundururlar ve madde alışverişi geçit zarının kontrolündedir. Filogeni bakımından trakeidler, trakelere göre daha ilkel elemanlardır. İlkel yapılı vasküler bitkilerde ve Gymnopermlerde yalnızca trakeidler bulunur. Diğer taraftan angiospermlerde, eğrelti otlarının çoğunda, bazı *Selaginella* Beauv. ve *Equisetum* L. cinsi türlerinin ksileminde trake de bulunur.

**ii) Trakeler:** Olgunlukta cansız; kalın ve ligninleşmiş çepere sahip hücrelerdir. Enleri geniş ve uçları açıktır. Boyları trakeidlere göre daha kısadır. Üst üste geldiklerinde aralarındaki çeperleri kısmen ya da tamamen eriyerek, birçok hücreden oluşan geniş, açık boruları oluştururlar. Delik taşıyan bu hücre çeperi kısmına **perforasyon tablası** denir. Perforasyon tablasının basit, skalariform, retikülat ve foraminat perforasyon tablası gibi değişik tipleri vardır. Uç kısımlarda bulunan bu perforasyonlar, trakelerin en önemli özellikleridir.

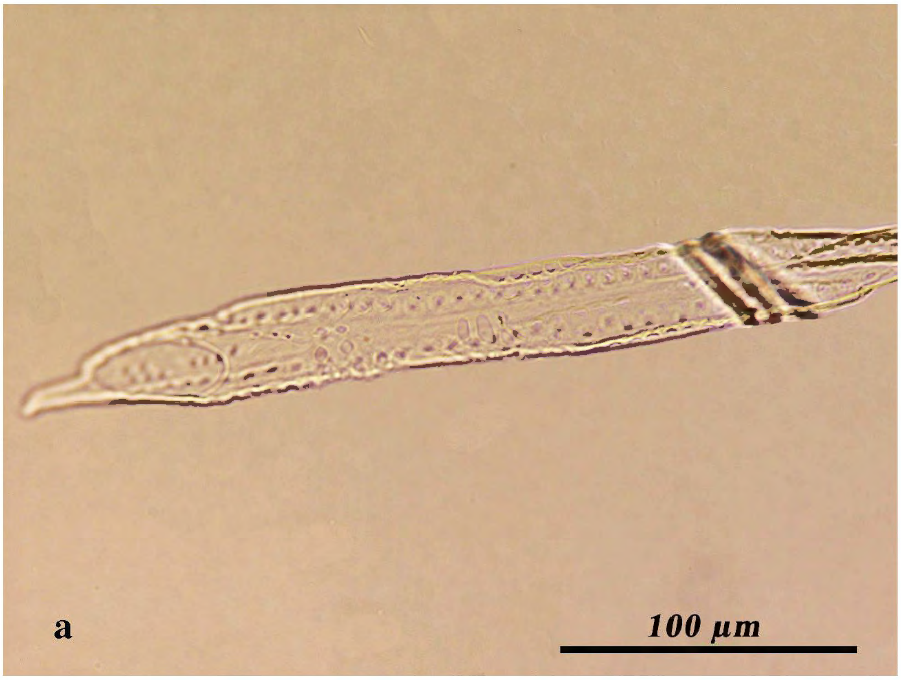
Metaksilem ve sekonder ksilemin trakeal elemanlarında, primer çeper üzerinde, geçit ve perforasyonları kapsamayacak şekilde sekonder kalınlaşma görülür. Bu kalınlaşmalar halkalı, halkalı-sarmal, retikülat, skalariform-retikülat veya çukurlu olabilir. Sekonder kalınlaşma sayesinde, hızlı transpirasyon sonucu oluşan negatif basınç nedeniyle boruların ezilmesi önlenir.

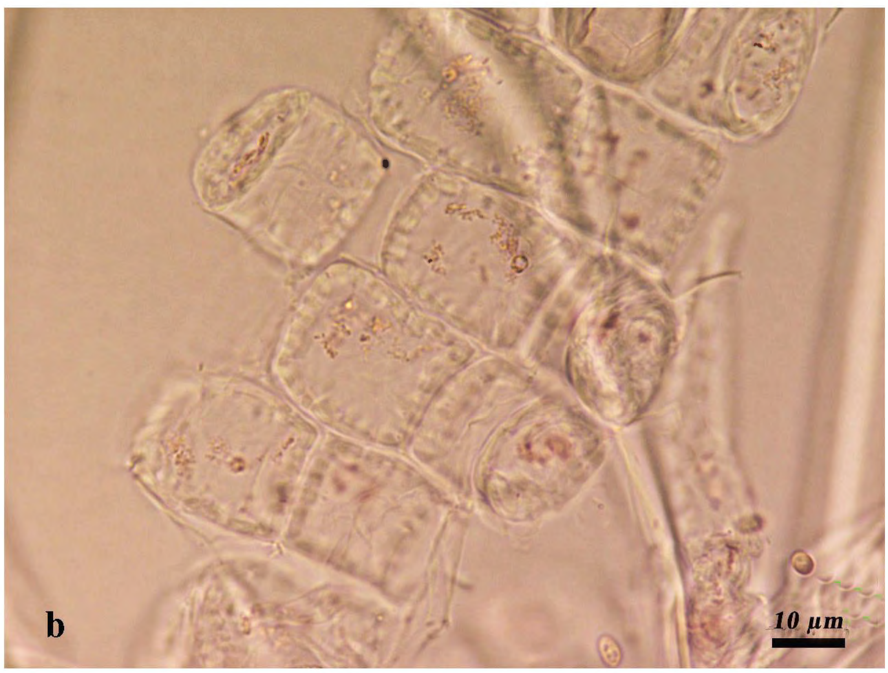
**iii) Ksilem sklerenkiması:** Daha çok sklerenkimatik lif şeklinde beliren hücrelerdir. Çeperleri kalınlaşmış ve ligninleşmiştir. Çeperlerinde basit geçitler bulunur.

**iv) Ksilem parenkiması:** Primer ve sekonder ksilemde bulunan canlı parenkima hücreleridir. Besin maddelerini depo ederler, salgı salgılarlar ve kısa mesafelerde madde iletimi yaparlar. Sekonder ksilemde, dikey parenkima iğimsi kambiyum inisiyallerinden, ışın parenkiması ise kambiyumun ışın inisiyallerinden oluşur.

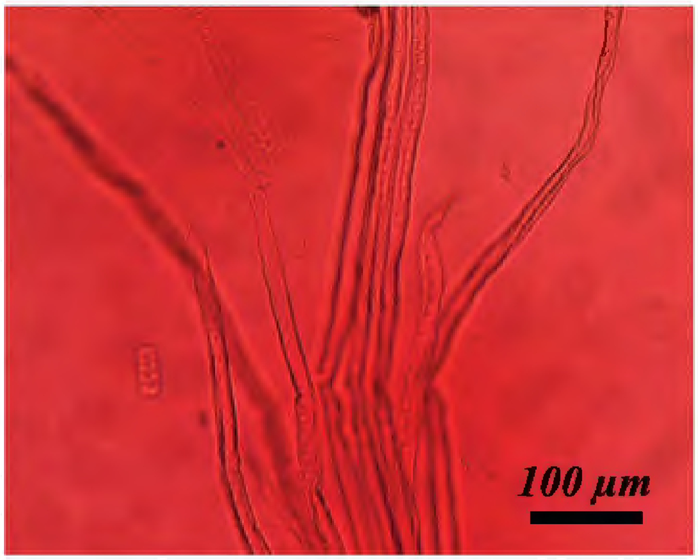



**Şekil 3.41.** Cam güzeli (***Impatiens sultani*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan boyuna ışınsal kesitte halkalı ve spiral sekonder kalınlaşma gösteren su ileten borular.




**Şekil 3.42.** Ihlamur (***Tilia*** L.) bitkisinin odun dokusundan yapılan maserasyonda **a.** basit perforasyon gösteren bir trake ve **b.** kısa trakeler.




**Şekil 3.43.** Meşe (*Quercus* L.) bitkisinin odun dokusundan yapılan maserasyonda trakeidler.

### b) Floem

Floem, ksilem gibi, vasküler bitkilerin kompleks iletim dokusudur. Ana görevi, fotosentez ürünlerinin kaynaktan (yapraklardan) havuzlara doğru (kök, meyve, tohum, meristemler ve genç yapraklar) uzun mesafeli taşınmasını sağlamaktır. Floem, ksilem ile daima yan yana bulunur ve elemanları vasküler demetlerde birbirine paralel uzanır.

Floem değişik hücre tipleri bulundurur. Bu hücre tipleri arasında, iletim ve parankima hücreleri, floem lifleri, sklereidler ve bazı bitkilerde olduğu gibi salgı kanalları ve latisiferler bulunur.

Floem dokusunun en önemli elemanları fotosentez ürünlerini taşıyan **kalburlu elemanlardır.** Bunlara kalburlu elemanlar denmesinin nedeni çeperlerinde özelleşmiş porların bulunmasıdır. Bu porlar bir araya gelerek floem sıvısının akışını sağlayan kalburlu alanları oluşturmuşlardır.

Floemin kalburlu elemanları, **kalburlu hücreler** ve **kalburlu borular** olarak iki tipe ayrılır. Ksilemin trake ve trakeidlerine analog olarak düşünülebilirler.

Kalburlu hücreler ince, uzun selüloz çeperli canlı hücrelerdir. Kalburlu alanlar hücrenin her tarafına dağılmış olarak bulunur. Kalburlu hücreler uç uca birleşmemişlerdir. Bu bakımdan trakeidlere benzerler. Olgun evrede çekirdek içermezler. Kalburlu hücreler, ilkel vasküler bitkiler ve gymnospermlerin besin ileten floem elemanlarıdır.

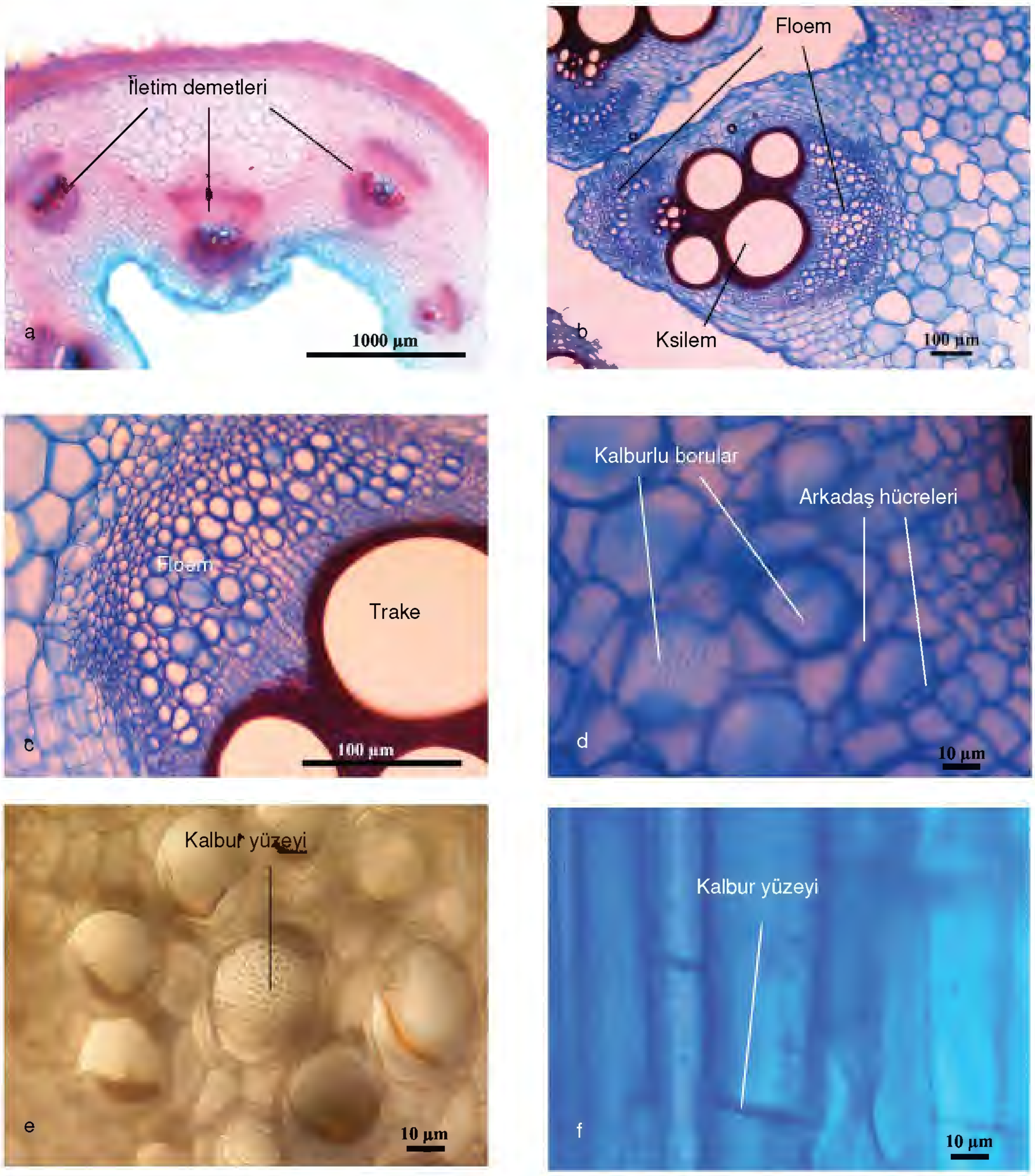
Kalburlu boru hücreleri ince selüloz çeperli canlı hücrelerdir. Çeperleri hiçbir zaman ligninleşmemiştir. Uç uca eklenerek kalburlu boruları oluştururlar. Bu yapıları bakımından ksilemin trakelerine benzerler.

Kalburlu boru hücreleri iki tip özel hücreler arası ilişkiye sahiptir. Yan çeperlerinde **kalburlu alanlar** ve uç çeperlerinde ise **kalbur yüzeyi (elek)** bulunur. Kalburlu plaklar basit veya bileşik olabilir ve oluşturulan tüpte asimilasyon ürünlerinin akışı sağlanmış olur. Aktif kalburlu borular bol miktarda **P-proteini** (phloem proteins) içerir. P-proteinleri porlarda akışa yardımcı olurken, kalburlu boruda bir yaralanma olursa porların kapanmasını sağlar. Kalburlu borular genellikle angiospermlerde bulunur.

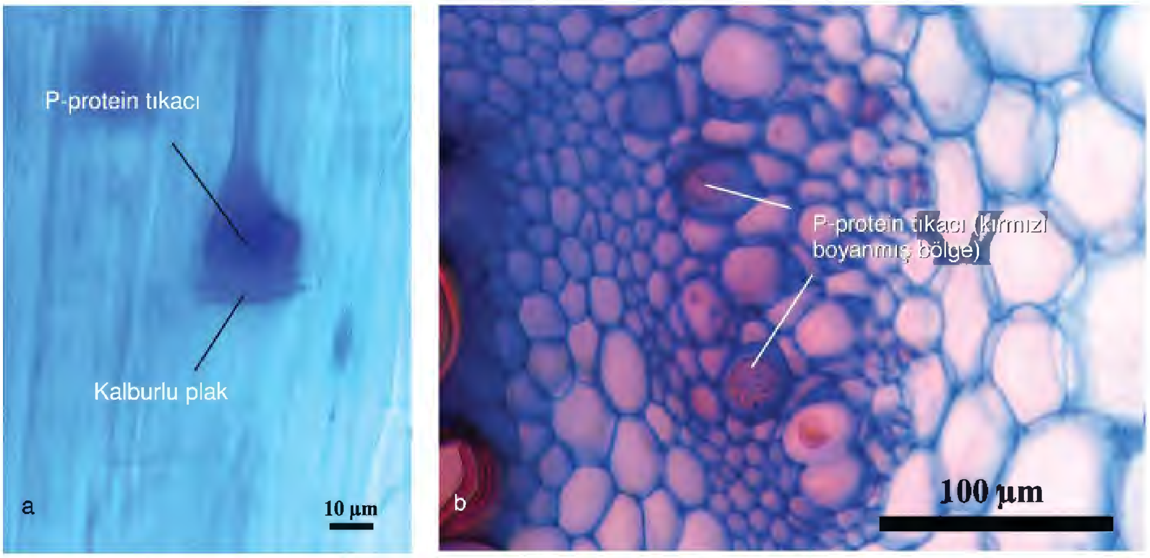
Her bir kalburlu boru hücresi bir veya daha fazla sayıda yoğun sitoplazmalı hücrelerle birlikte bulunur. Bu hücrelere **arkadaş hücresi** denir. Kalburlu boru ve arkadaş hücreleri bir ana hücrenin bölünmesi sonucu oluşmuşlardır. Gymnospermlerde arkadaş hücresi yoktur. *Ginkgo* ve diğer gymnospermlerde

kalburlu hücrelerle birlikte özel parankima hücreleri olan **albuminli hücreler** bulunur. Albuminli hücrelerde arkadaş hücreleri gibi fotosentez ürünlerinin yüklenmesi ve boşaltılması işlemlerinde kalburlu hücrelerle birlikte çalışır.

Ksilemde olduğu gibi, gymnosperm ve dikotillerde iki tip floem gözlenir: primer ve sekonder floem. Primer floem prokambiyumdan farklılaşırken, sekonder floem vasküler kambiyum tarafından üretilir. Sekonder büyüme gösteren bitkilerin kök ve gövdelerinde primer floem çok kısa ömürlüdür ve yaprakları hariç tutarsak yerini sekonder floeme bırakır. Bu iki floem tipinde de yaygın eleman kalın ve ligninleşmiş çeperli floem lifleridir (bast fibers). Floem lifleri, primer floemde vasküler demetlerin üzerinde şapka gibi bulunurlar. Sekonder floemde ise vertikal sistemin diğer floem hücreleri arasında çeşitli şekilde dağılırlar. Odunda olduğu gibi, sekonder floemde iki tip parankima vardır: aksial parankima ve ışın parankiması.




**Şekil 3.44.** Sakız kabağı (***Cucurbita pepo*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine (**a, b, c, d, e**) ve boyuna (**f**) kesitlerde floem elemanları.

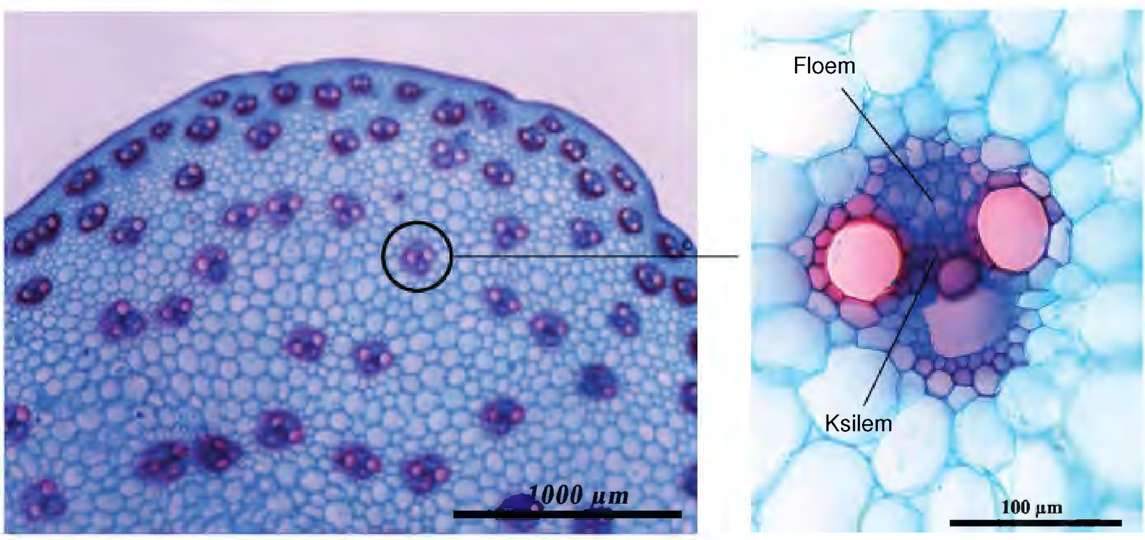



**Şekil 3.45.** Sakız kabağı (***Cucurbita pepo*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan boyuna (**a**) ve enine (**b**) kesitlerde kalburlu plak ve p-protein tıkacı.

**c) İletim demetleri ve çeşitleri**

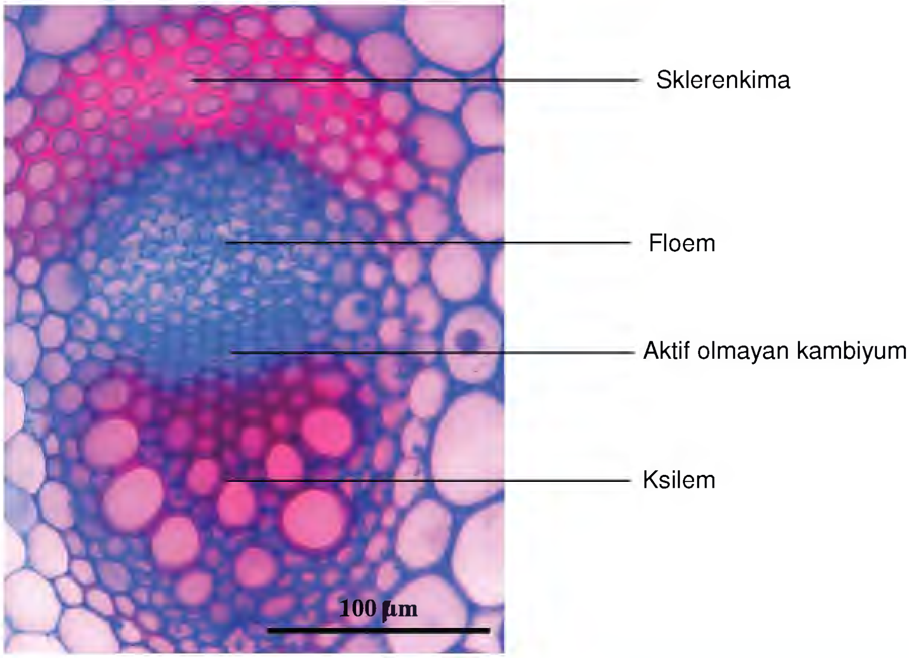
**d) Kollateral iletim demetleri**

**Kapalı kollateral iletim demeti**



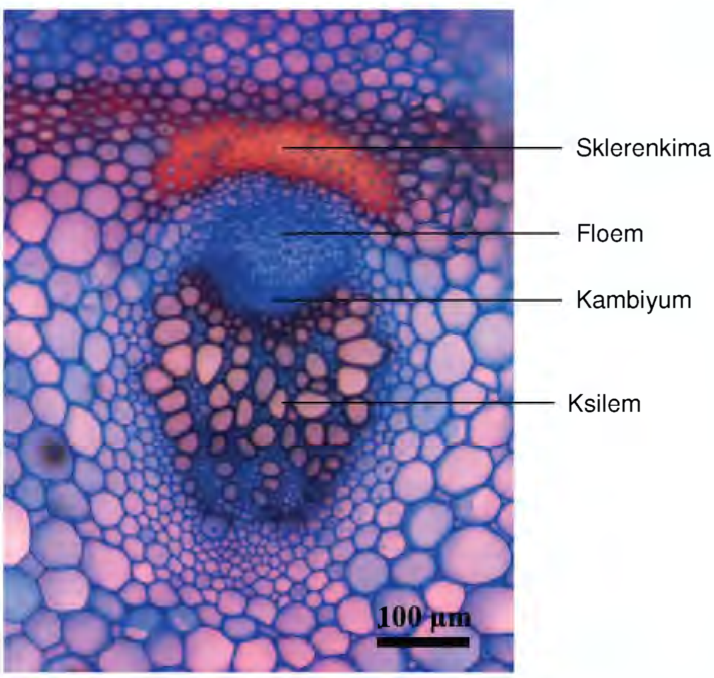

**Şekil 3.46.** Mısır (***Zea mays*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte kapalı kollateral iletim doku demetleri.

Düğün çiçeği (*Ranunculus* L.) dikotil bir bitki olmasına rağmen, gövdesindeki iletim doku demetlerinin taşıdığı kambiyum aktif değildir (Şekil 3.47). Bu nedenle, bu tip iletim demeti Raven et. al (1996)'a göre kapalı, Strasburger (1971)'e göre açık kollateral iletim demeti olarak adlandırılmıştır.



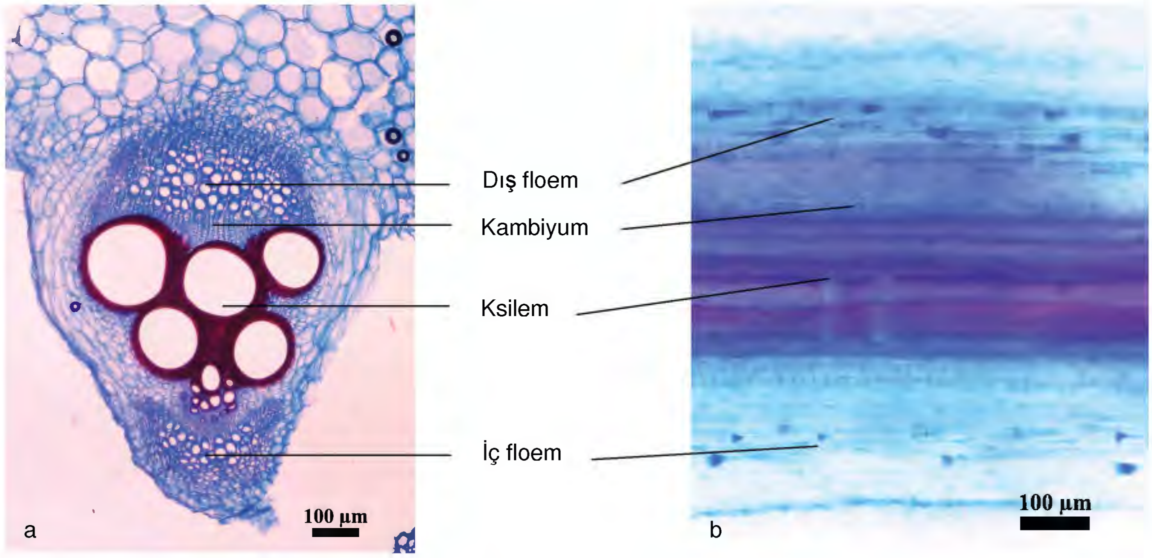

**Şekil 3.47.** Düğün çiçeği (***Ranunculus*** L.**)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte kollateral iletim doku demeti.

## Açık kollateral iletim demeti




**Şekil 3.48.** Haseki küpesi (***Aquilegia olympica*** Boiss.**)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte açık kollateral iletim doku demeti.

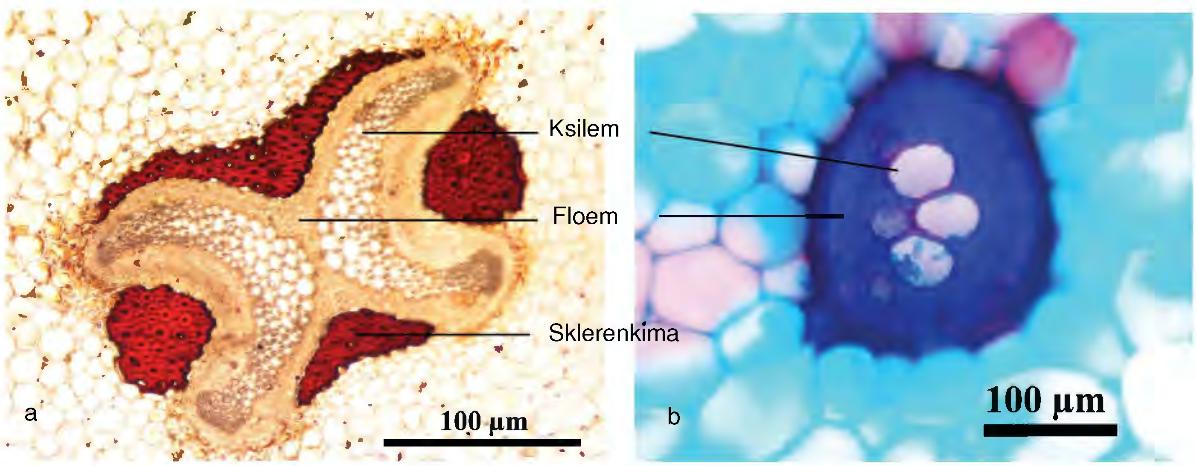
### ii) Bikollateral iletim demetleri



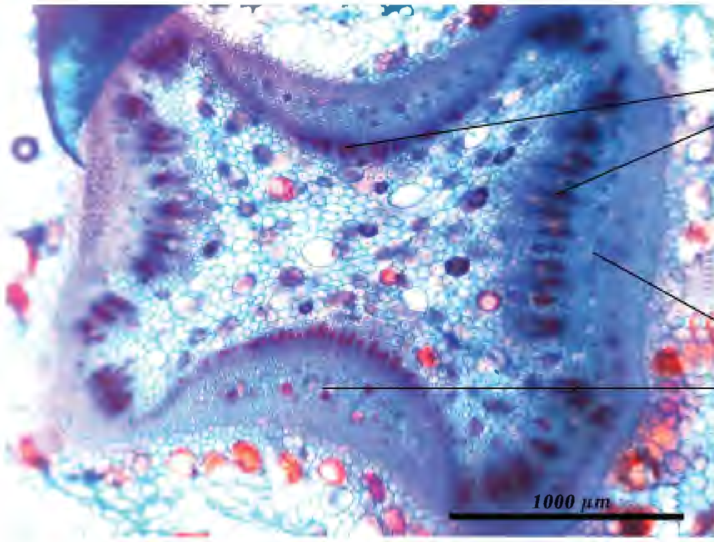

**Şekil 3.49.** Sakız kabağı **(*Cucurbita pepo* L.)** bitkisinin gövdesinden alınan enine (**a**) ve boyuna (**b**) kesitte bikollateral iletim doku demeti.

### iii) Konsantrik iletim demetleri

### Hadrosentrik iletim demetleri

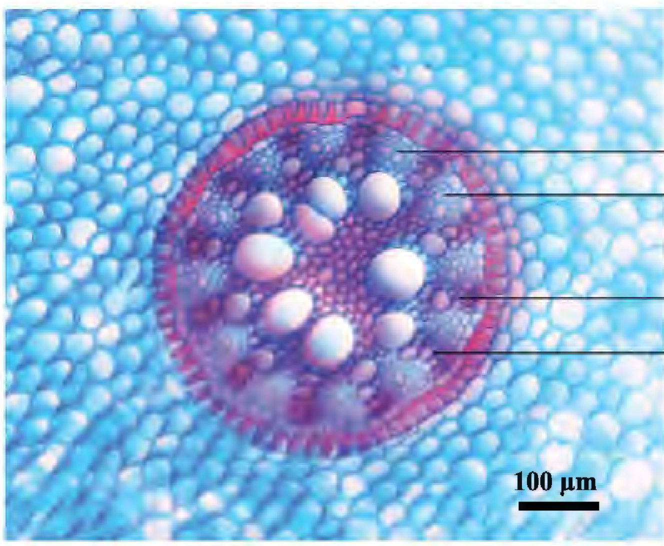



**Şekil 3.50.** Eğreltilerin yaprak sapından alınan enine kesitte hadrosentrik iletim doku demetleri **a.** Geyik dili **(*Phyllitis* L.)**'nde sırt sırta vermiş iki iletim doku demeti ve **b.** Aşk merdiveni (***Nephrolepis*** Schott)'nde tekli iletim doku demeti.




**Şekil 3.51.** Makasotu **(*Mesembryanthemum*** L.**)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte hadrosentrik iletim doku demeti.

#### iv) Radyal iletim doku demetleri




**Şekil 3.52.** Süsen **(*Iris*** L.**)** bitkisinin kökünden alınan enine kesitte radyal iletim doku demeti.

### 3.2.5. Salgı doku

Bitkilerde metabolik faaliyetler sonucunda meydana gelen maddeler ya depo edilir ya da özel yapılarla dışarı atılır. Salgı maddeleri sıvı veya katı halde olabilir. Su, alkoloid, glikozit, nektar, musilaj, lateks, reçine, eterik yağlar ve kristaller salgı maddeleri arasında sayılabilir. İşte bu maddeleri salgılayan veya salgı sırasında iş gören oluşumlara salgı sistemi veya salgı doku adı verilir.

Salgı maddeleri hücre içinde depo edildiği gibi (hücre içi, intraselülar salgı) hücreden dışarıya da (hücre dışı, ekstraselülar salgı) atılabilir.

### a) Hücre içi salgılar:

**i) Salgı hücreleri:** Bu tip hücrelerde salgı maddeleri ölü hücrelerde lümeni doldurmuş olarak bulunur. Eterik yağ hücreleri, musilaj hücreleri ve kristal bulunduran hücreler örnek olarak verilebilir.

**ii) Salgı boruları:** Salgı borularına en çok süt boruları olarak rastlanır. Süt boruları lateks denen madde içerir. Lateks bazı maddeleri (şeker, tanen, glikozit, zehirli alkoloit, protein) eriyik halinde, bazı maddeleri de (kauçuk, reçine, zamk) suspansiyon halinde bulundurur. Lateks sıvısında tipik iri nişasta tanelerine de rastlanır. Salgı borularına değişik bitkilerde segmentli (dallanmış) veya segmentsiz (dallanmamış) olarak rastlanabilir.

### b) Hücre dışı salgılar:

Bu tip salgılarda, salgı maddesi hücreden dışarı atılır. Atılan salgı maddesi bitki içinde cep veya kanallarda toplanırsa bitki içi salgı olarak adlandırılır. Bitki dışına atılırsa bitki dışı salgılardan söz edilir.

**i) Bitki içi salgılar:**

**Salgı cepleri:** Salgının toplandığı cepler şizogen veya lisigen olarak meydana gelir. Cepler, salgı veya erimiş hücre kısımları ile doludur.

**Salgı kanalları:** Genellikle gymnospermlerde ve bazı angiospermlerde gördüğümüz kanal şeklindeki yapılarda eterik yağ ve reçine toplanır. Kanallar şizogen şekilde oluşan ceplerin bitki ekseni boyunca sıralanmasıyla oluşur. Salgı kanalı bulunan dokular zedelenmedikçe salgı dışarıya çıkamaz.

ii) **Bitki dışı salgılar:**

Eterik yağ, su, şekerli su, tuzlu su gibi salgı maddeleri bitki dışı salgıları oluşturur. Eterik yağ salgı bezleri, salgı tüyleri, sindirim bezleri, hidatodlar, nektaryumlar (çiçekte ve çiçek dışı dokularda) bitki dışı salgılamayı yapan yapılardır.

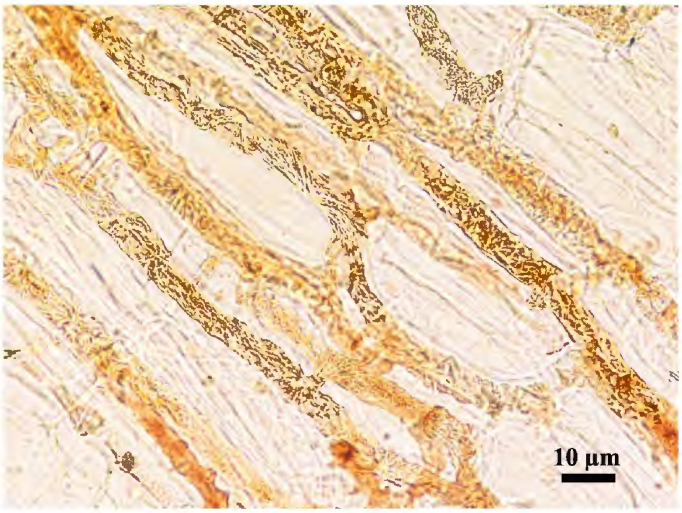
### Hücre içi salgılar (intraselülar salgılar)

### Eklemsiz süt boruları




**Şekil 3.53.** Sütleğen (***Euphorbia*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan boyuna teğetsel kesitte eklemsiz süt boruları.

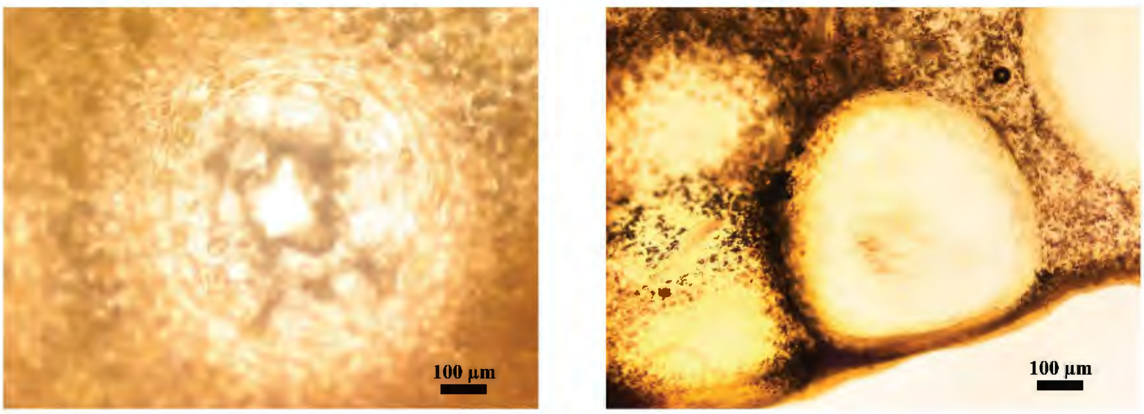
### Eklemli süt boruları




**Şekil 3.54.** Karahindiba **(*Taraxacum* L.)** bitkisinin kökünden alınan boyuna teğetsel kesitte bileşik süt boruları.

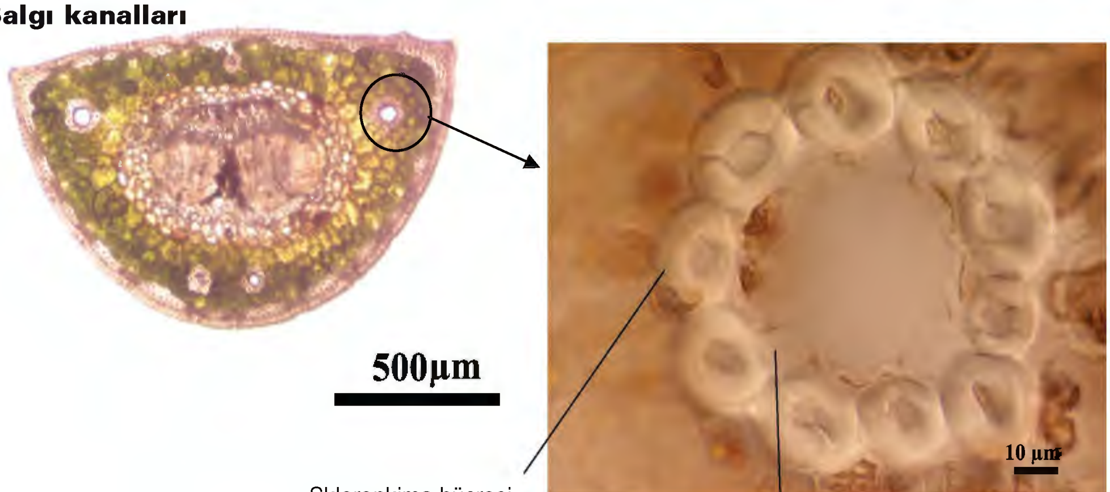
### Hücre dışı salgılar (ekstraselülar salgılar)

### Salgı cepleri



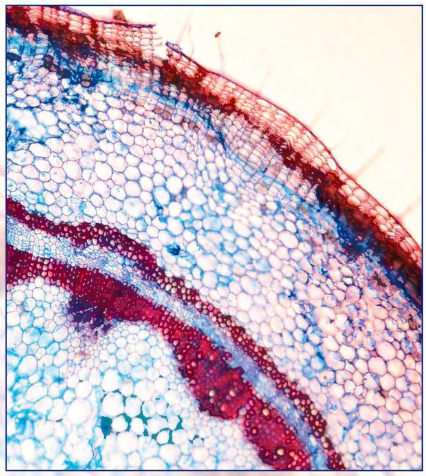

**Şekil 3.55.** Portakal **(*Citrus cinensis*** (L.) Osbeck.**)**'ın meyve kabuğundan (perikarp) alınan **a.** yüzeysel ve **b.** enine kesitte salgı cepleri.

### Salgı kanalları




**Şekil 3.56.** Karaçam **(*Pinus nigra*** Arnold**)**'nın yaprağından alınan enine kesitte salgı kanalının yapısı.

Bölüm 4



# ORGANLARIN YAPI BİLİMİ (ORGANOGRAFİ) VEGETATİF ORGANLAR

## 4. ORGAN VE ORGANLARIN SINIFLANDIRILMASI

Daha önce "çeperle çevrili, birbirleri ile sıkı ilişkide bulunan aynı kökenden gelmiş ve belirli bir görevi yerine getiren protoplast topluluklarına **doku** denir" tanımlamasını yapmıştık.

Bitkide dokulara oranla daha yüksek bir görev birliği meydana getiren ve çeşitli dokulardan oluşan kısımlara **organ** denir. Tüm canlılarda olduğu gibi, bitkilerde iki ana görevi yerine getirirler.

-**Yaşamak:** Bunun için beslenmeli, gelişmeli ve korunmalıdır.

-**Üremek:** Başka deyişle, soyunun devamlılığını sağlamak.

Birinci görevi vegetatif organlar, ikinci görevi ise generatif organlar yerine getirir.

Eğer bir organ kendi ödevleri dışında bir ödev yapmak zorunda kalırsa, bu yeni ödeve göre yapısında bazı değişiklikler olur. Meydana gelen bu değişikliklere **metamorfoz**, bu tip organlara da **metamorfoza uğramış organ** denir.

Yüksek bitkilerde vegetatif organlar **kök, gövde ve yapraklar** olmak üzere üçe ayrılır.

Gövde ve yaprak sürgünü oluşturur. Kök ve sürgün ise **kormusu** meydana getirir.

Kormuslu bitkilere **Cormophyta** denir.

### 4.1. Kök

Kök, vasküler bitkilerde sporofitin toprak altı kısmını teşkil eden organıdır. Ana görevi bitkiyi tesbit etmek, toprakta bulunan su ve mineral maddeleri absorblamaktır. Kökün diğer fonksiyonları ise besin depo etmek ve iletim işlevini yerine getirmektir.

Tohumlu bitkilerde embriyonun radikulası gelişerek primer kök sistemini oluşturur. Gymnospermlerde ve dikotil bitkilerde primer kök varlığını bitkinin tüm yaşamı boyunca sürdürürken, monokotil bitkilerde embriyonik kök belirli bir süre sonra ölür ve olgun bitkinin kök sistemi saçak kök şekline dönüşür. Ayrıca bitkilerin çeşitli organlarında da (yumru, rizom) kökler oluşabilmektedir. Bu köklere ise **ek kök** veya **adventif kök** adı verilmektedir.

**a) Kökün primer doku sistemi:** Kökün primer anatomik yapısı bitkilere göre farklılıklar gösterirse de, ana yapısı dıştan içe doğru epidermis, eksodermis, korteks, endodermis, periskil ve merkezi silindir bölümlerinden oluşmaktadır.

**Epidermis:** Genellikle tek sıra hücrelerden oluşur, ancak bazı tropikal Orchidaceae ve bazı monokotillerin hava köklerinde ise çok tabakalı olabilmektedir (velamen radikum). Kökte bulunan emici tüylerde epidermis hücrelerinin birer uzantılarıdır.

**Eksodermis:** Bazı bitkilerin kök epidermisi altında gelişen çeperleri suberinleşmiş hücrelerden oluşan bir dokudur. Hücre tabakası sayısı bir olabildiği gibi birkaç hücre tabakasından da meydana gelebilmektedir.

**Korteks:** Epidermisten başlayan ve merkezi silindire kadar uzanan parenkimatik dokudur. Yapısında sklerenkimatik hücrelerde bulunabilmektedir. Poaceae, Cyperaceae ve diğer monokotillerde olduğu gibi aerenkima gelişebilir.

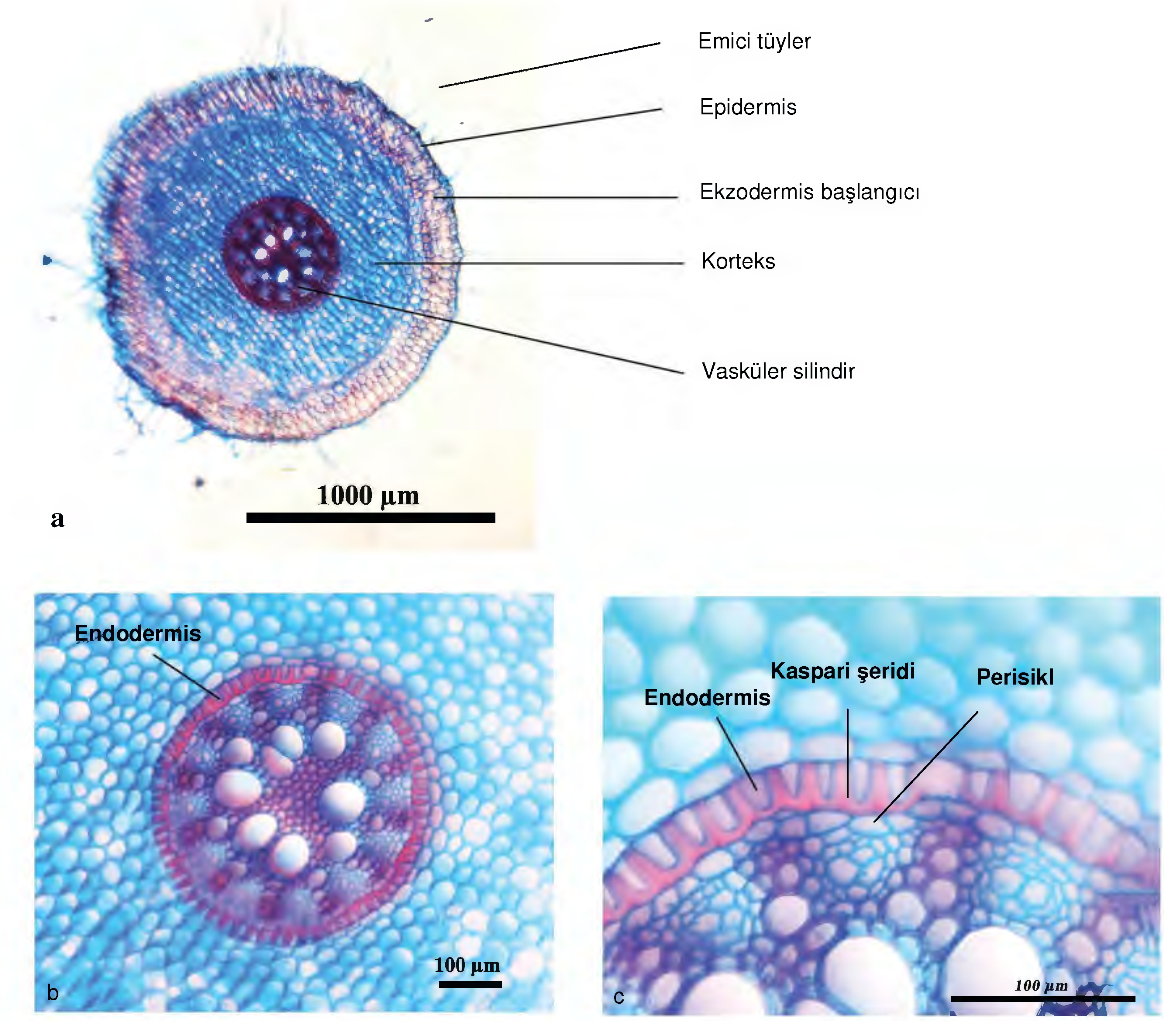
**Endodermis:** Korteksin en iç tabakasıdır. Korteks ile merkezi silindiri birbirinden ayırt etmektedir. Genellikle tek sıra hücrelerden oluşur. Genç köklerde endoderma hücrelerinin enine ve radyal çeperlerinde **kaspari şeridi** adı verilen kalınlaşma görülmektedir.

**Periskil:** Endodermisin altında merkezi silindirin en dış tabakasını oluşturur. Angiospermlerde genellikle bir tabakadan oluşan periskil, gymnospermlerde ise çok tabakalıdır. Yan kökler periskilden meydana gelmektedir. Bu nedenle periskil **perikambiyum** olarakta adlandırılmaktadır.

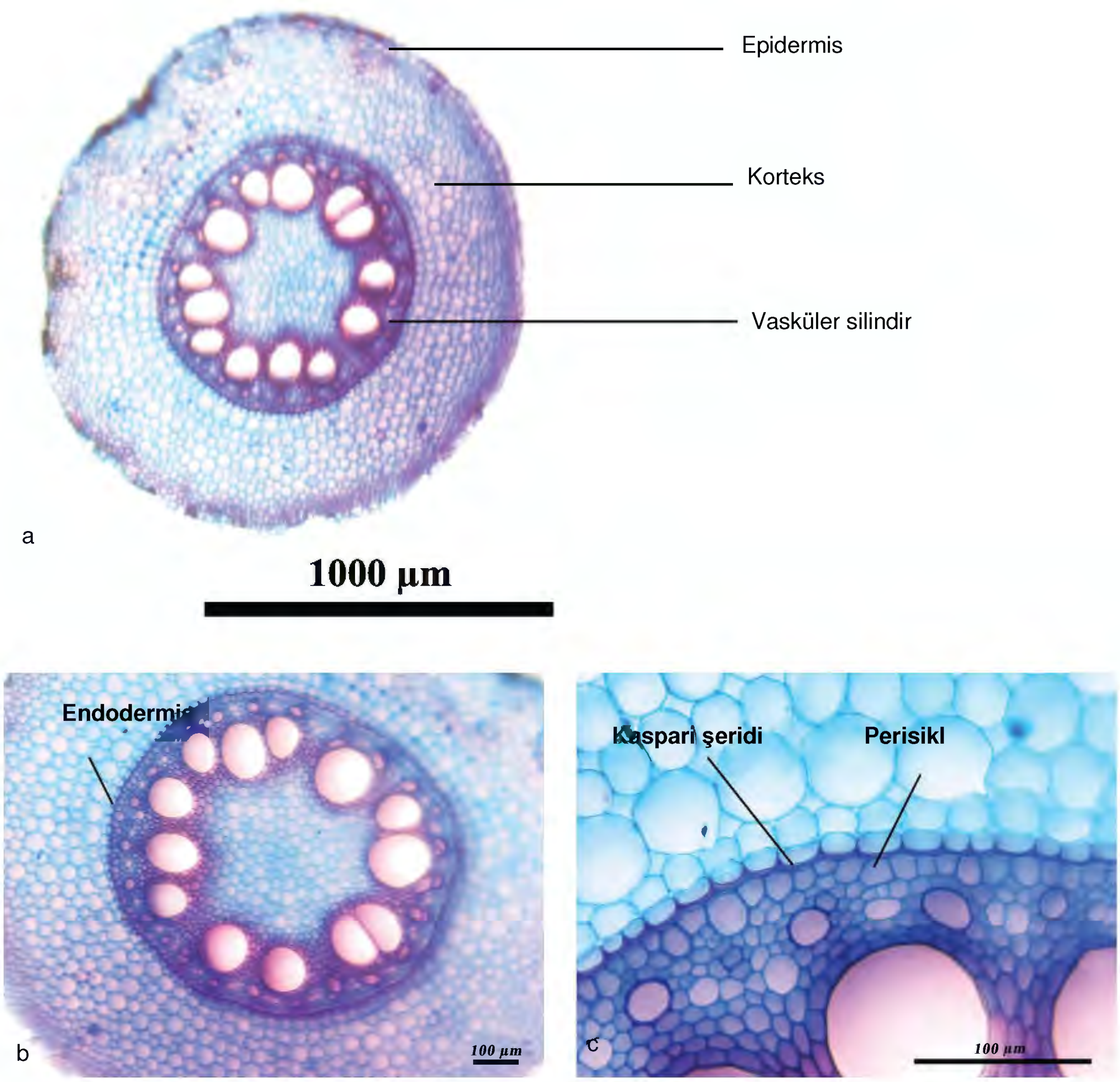
**Merkezi Silindir:** Kökte merkez silindirin büyük kısmını primer ksilem ve floemden oluşan iletim sistemi kaplar. Ksilem ve floem ışınsal olarak sıralanır. Ksilem kollarının sayısına göre radyal demetler monoark, diark ve triark gibi isimler almaktadır. Gymnospermler ve dikotillerde genellikle kol sayısı az iken, monokotillerde kol sayısı oldukça fazladır.

**Öz:** Köklerde öz genellikle fazla gelişim göstermez. Merkezin tamamı ksilem elemanları ile doludur. Fakat dikotillerin ve monokotillerin bazı otsu taksonlarında iyi gelişmiş parenkimatik öz bulunmaktadır.

### i) Monokotil bitkilerin kök anatomisi

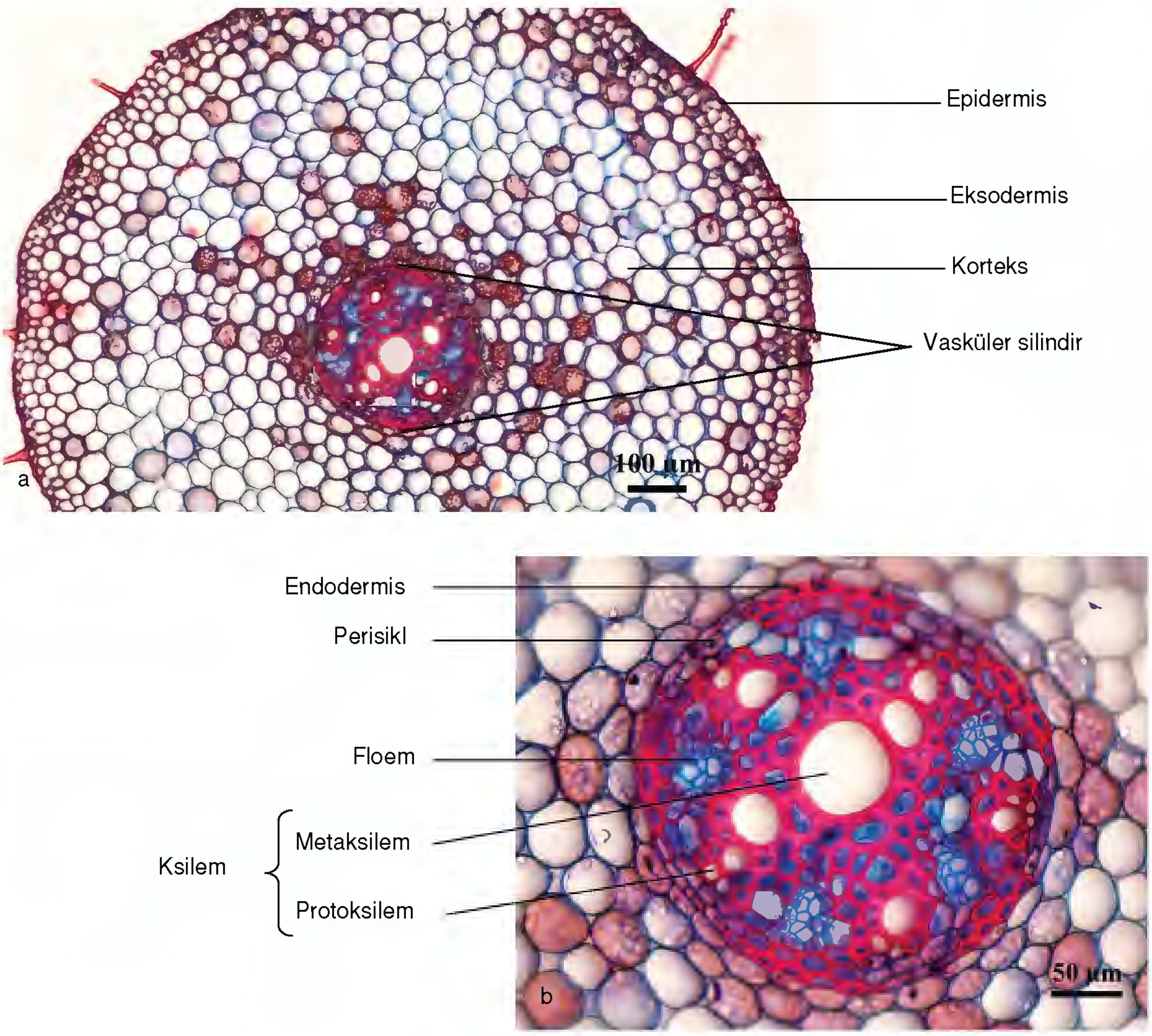



**Şekil 4.1.** Süsen (***Iris*** L.) bitkisinin kökünden alınan enine kesitte **a.** genel, **b.** vasküler silindir (poliark) ve etrafını saran endodermis tabakası, **c.** endodermis tabakası, kaspari şeridi ve perisiklın ayrıntılı görünüşü.




**Şekil 4.2.** Mısır **(*Zea mays* L.)** bitkisinin kökünden alınan enine kesitte **a.** genel, **b.** vasküler silindir (poliark) ve **c.** endodermis ve kaspari şeridinin görünüşü.

**ii) Dikotil bitkilerin kök anatomisi**




**Şekil 4.3.** Düğün çiçeği (***Ranunculus*** L.) bitkisinin kökünden alınan enine kesitte **a.** genel görünüş, **b.** vasküler silindir (tetraark) ve kısımları. Bazı endodermis hücrelerinin çeperlerinde, tüm yüzeylerde kalınlaşma görülmektedir. Bu kalınlaşma dikotillere özgü kaspari şeridini oluşturmaktadır.

**b) Kökte normal sekonder büyüme:** Kök ve gövdede sekonder büyüme iki oluşumu içerir:

- Vaskuler kambiyumun meydana getirdiği sekonder vaskuler dokular (sekonder ksilem ve sekonder floem).

- Mantar kambiyumunun meydana getirdiği periderm.

Genellikle monokotillerin köklerinde sekonder büyüme görülmez ve yapı primer dokulardan ibarettir. Birçok otsu dikotil köklerinde ise sekonder büyüme azdır veya hiç görülmez ve primer yapı büyük oranda korunur.

Uzamasını tamamlamış ve sekonder büyüme yapacak olan köklerde büyüme, vaskuler kambiyum oluşumuyla başlar. Primer ksilem ve primer floem arasında bulunan prokambial hücreler bölünmeye başlar. Daha sonra protoksilem kollarının önünde bulunan perisikl hücreleride bölünür ve iç taraftaki yavru hücreler vaskuler kambiyum oluşumuna katılır. Başlangıçta dalgalı olan vaskuler kambiyum

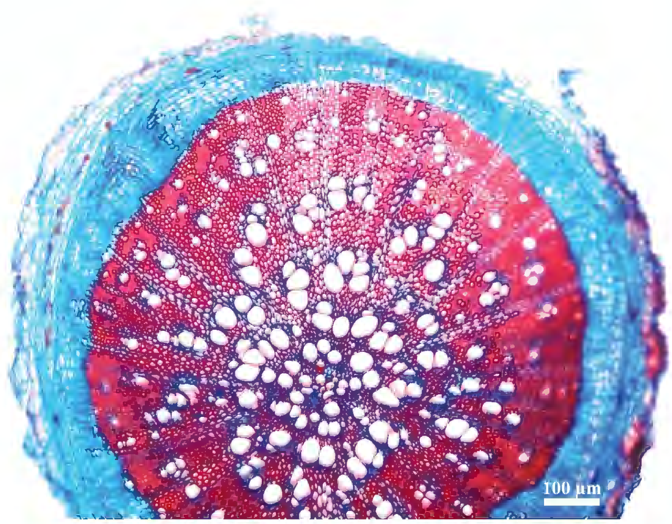
hemen sekonder dokuları oluşturmaya başlar. Dışa doğru sekonder floem, içe doğru sekonder ksilem oluşur. Primer floem ve primer ksilem birbirinden tamamen ayrılır. Vaskuler kambiyum daire şeklini almış olur. Tekrar tekrar bölünerek yapıya yeni sekonder dokuları ekler (sekonder floem ve sekonder ksilem).

Bazı köklerde perisiklden şekillenen vaskuler kambiyum bölümü geniş ışınları oluştururken diğer kısımları dar ışınlar üretir. Sekonder floem ve sekonder ksilemde radyal olarak uzanan ışınlar parankima dizileridir.

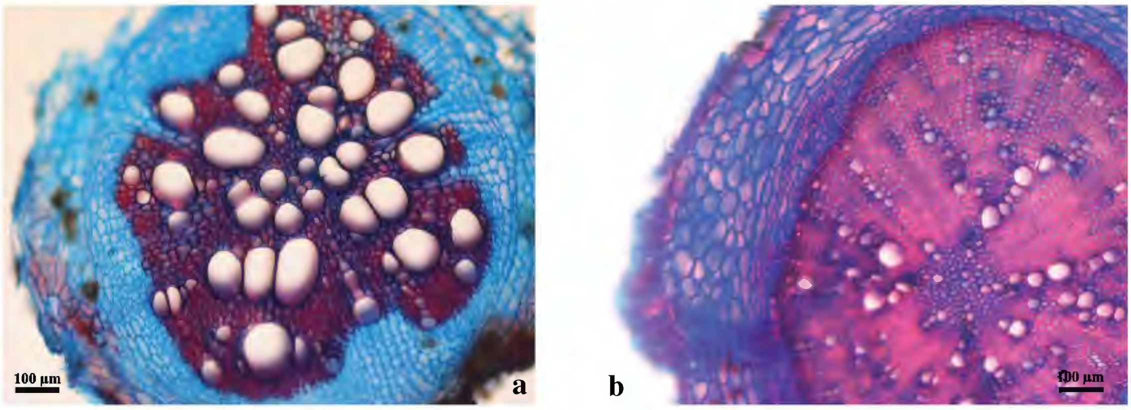
Sekonder ksilem ve sekonder floem nedeniyle kök genişlerken, primer floem ezilir veya yok olur. Primer floem lifleri, primer floemden kalan yapılar olarak göze çarpabilir.

Birçok odunsu kökte sekonder floem ve sekonder ksilem oluşumu ile birlikte genellikle periderm oluşumu da başlar. Perisiklin bölünmesi ile oluşan dış taraftaki yavru hücreler organize olarak **mantar kambiyumu** (fellogen) silindirini oluşturur. Bu meristem doku dışa doğru mantar dokuyu, içe doğru **fellodermi** oluşturur. Böylece periderm oluşur. Geriye kalan perisikl hücreleri çoğalarak korteks benzeri bir dokuyu oluşturabilir. Kökte peridermin oluşması ile birlikte epidermis ve korteks (endodermis dahil) izole olur ve ölür.

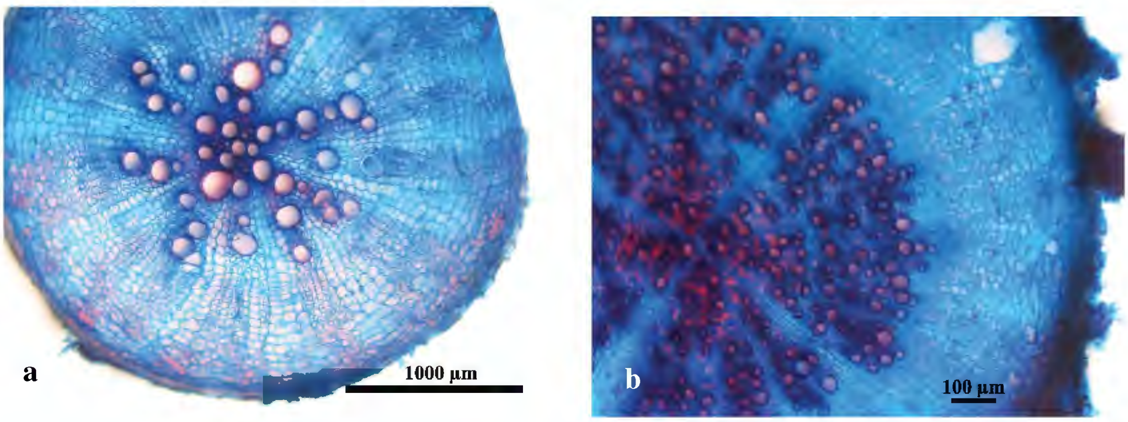
c) **Köklerde anormal sekonder büyüme:** Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) köklerindeki kalınlığına büyüme buna iyi bir örnektir. Genç pancar kökünden alınan kesitlerde normal olarak primer ve az miktarda sekonder büyüme görülür. Merkez silindirde ksilem ve floem arasında kambiyum halkası oluşur. Bu kambiyumun etkinliği ile merkeze doğru ksilem, dışa doğruda floem oluşur. Daha sonra perisikl tabakasında yeni bir meristematik tabaka (kambiyum) gelişir ve bu kambiyumda içe ksilem dışa floem verir. Bu gelişme çok kere tekrarlanır. Oluşan meristematik dokular fazla miktarda depo parankiması ürettiklerinden iletim elemanları birbirlerinden ayrılırlar. Olgun pancar kökünden alınan kesitte parankimatik ve vaskuler dokuların almaşlı olarak dizildiği görülür. Bu yapı sene halkalarına benzer ancak aynı yılın ürünüdür.




**Şekil 4.4.** Ayçiçeği (***Helianthus*** L.) bitkisinin kökünden alınan enine kesitte kökün sekonder gelişimi.



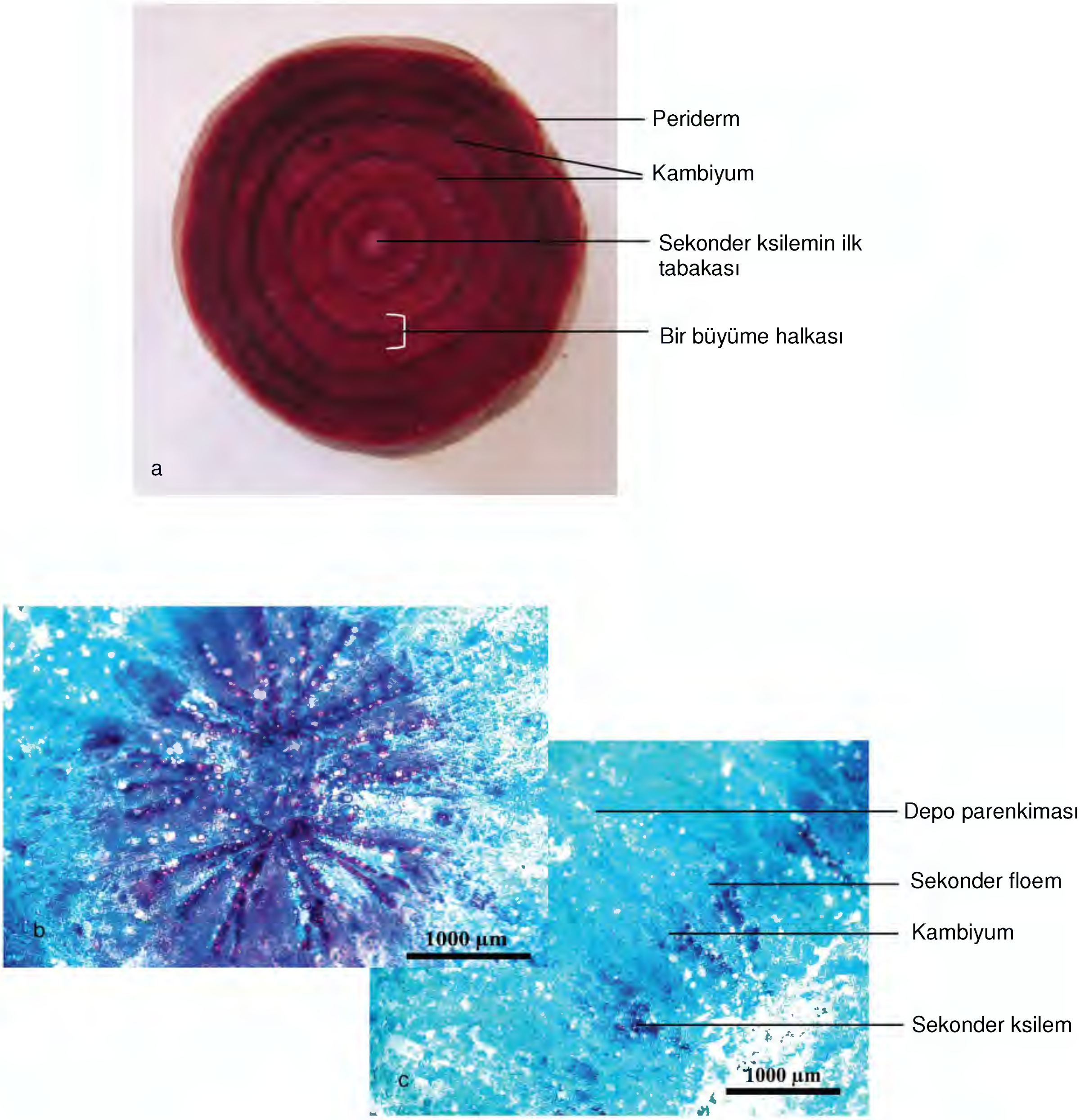

**Şekil 4.5.** Ayçiçeği (***Helianthus*** L.) bitkisinin kökünden alınan enine kesitte **a.** genç ve **b.** yaşlı kök.



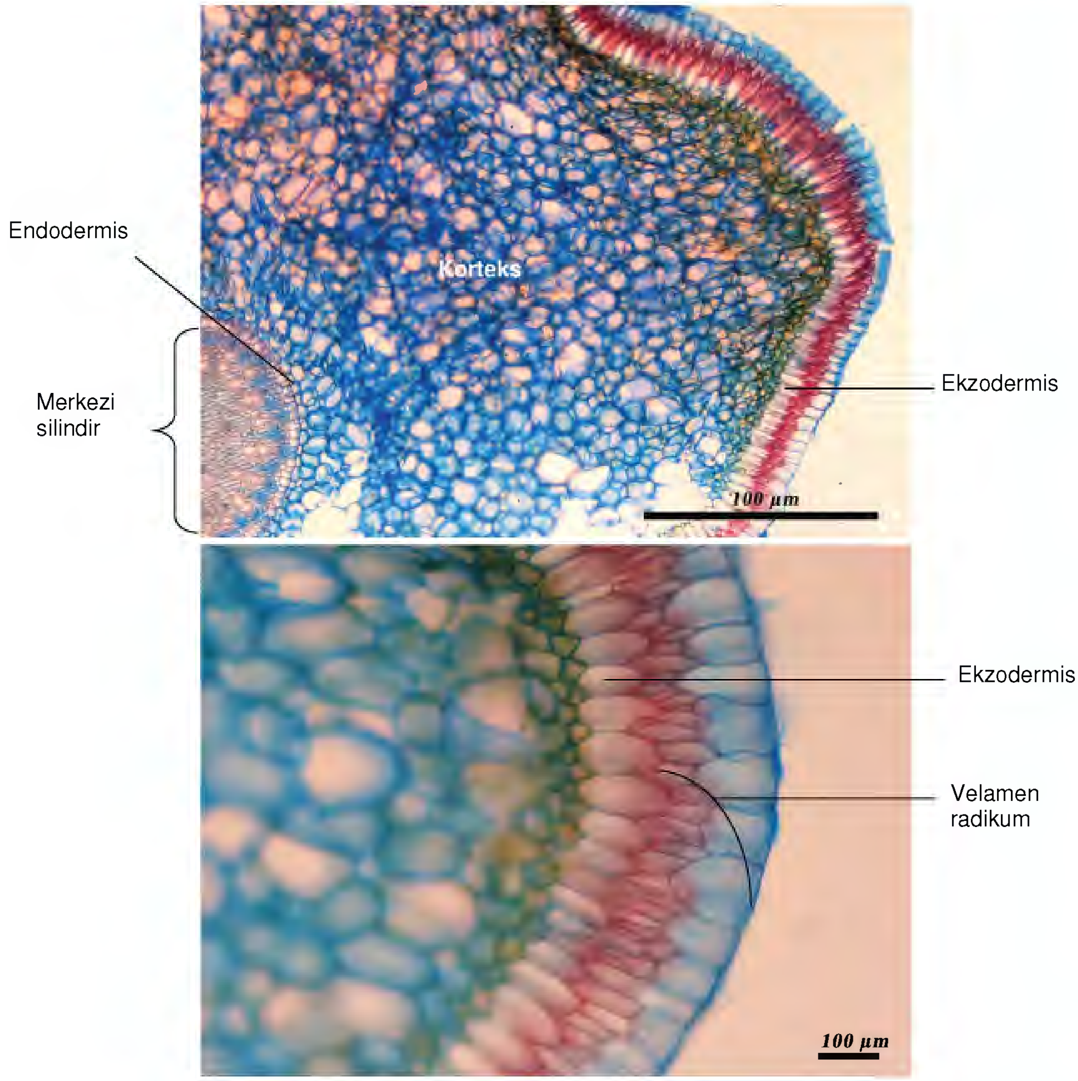

**Şekil 4.6.** Yonca (***Medicago*** L.) bitkisinin kökünden alınan enine kesitte **a.** genç ve **b.** yaşlı kök.




**Şekil 4.7.** Ayçiçeği (***Helianthus*** L.) bitkisinin kökünden alınan enine kesitte yan (lateral) kök gelişiminin ilerlemiş safhası.




**Şekil 4.8.** Kırmızı pancar **(*Beta vulgaris* L.)**'ın depo kökünde anormal sekonder büyüme; **a.** genel görünüş, **b.** sekonder ksilemin ilk tabakası ve **c.** bir büyüme halkası.




**Şekil 4.9.** Orkide (***Phalaenopsis*** Blume**)** bitkisinin hava kökünden alınan enine kesitte velamen radikum.

### d) Kök çeşitleri

### Kazık kök



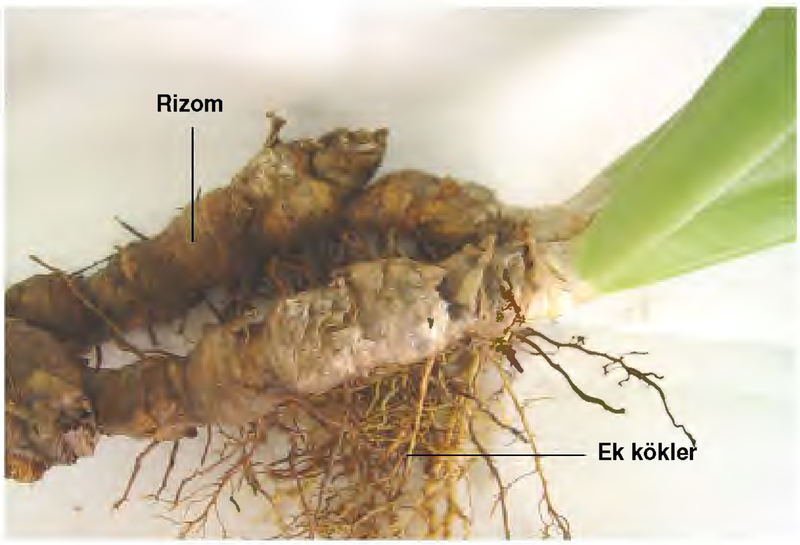
**Şekil 4.10.** Dikotil bir bitkide primer (ana) ve sekonder kökler.

**Saçak kök**



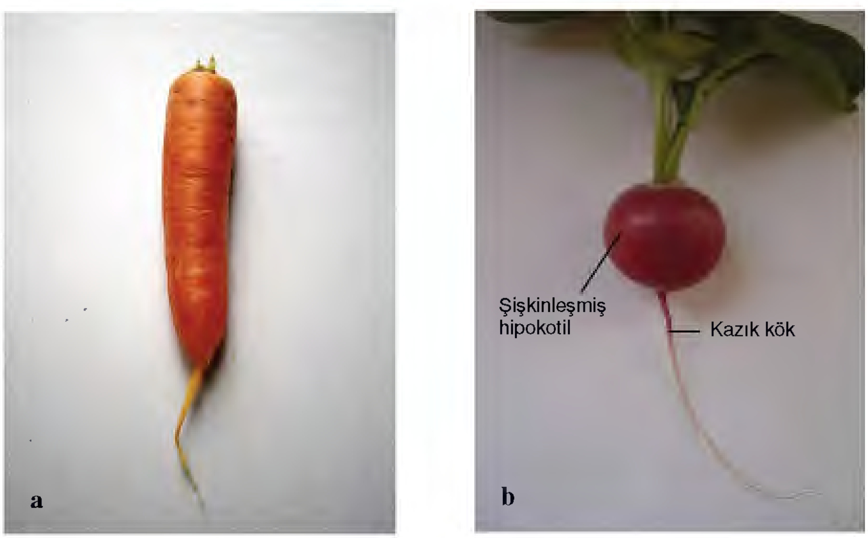
**Şekil 4.11.** Buğdaygiller'de (***Poaceae***) saçak kök sistemi.

**Adventif kök (ek kök)**



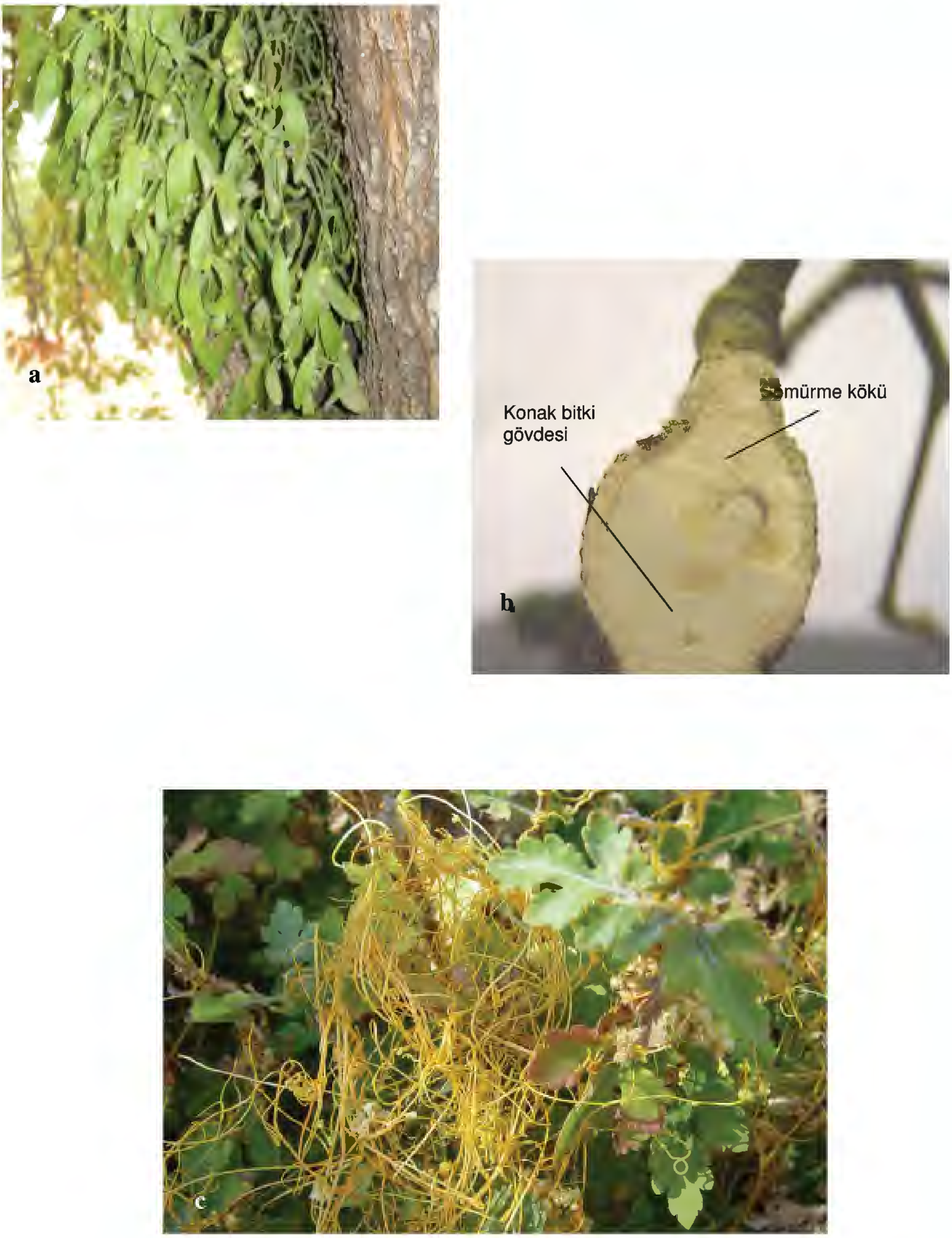

**Şekil 4.12.** Süsen (***Iris*** L.) bitkisinde adventif (ek) kök sistemi.

**e) Kök metamorfozları**




**Şekil 4.13. a.** Havuç (***Daucus carota*** L.) ve **b.** kırmızı turp (***Raphanus sativus*** L.) bitkilerinde görülen depo kökler.

**Sömürme kökü (havstoryum)**




**Şekil 4.14. a.** Konak bitki armut **(*Pyrus communis*** L.**)** üzerinde yarı parazit ökse otu **(*Viscum album*** L.**)**'nun genel görünüşü, **b.** armut gövdesinin enine kesitinde ökse otu'nun sömürme kökü ve **c.** konak bitki kasımpatı **(*Chrysanthemum*** L.**)** üzerinde tam parazit cinsaçı **(*Cuscuta*** L.**)**'nın genel görünüşü.

**Destek kök**




**Şekil 4.15.** Devetabanı (***Monstera*** Scohht.) bitkisinde destek kökler.

**Tutunma kökleri**




**Şekil 4.16.** Duvar sarmaşığı (***Hedera helix*** L.) bitkisinin gövdesinde tutunma kökleri.

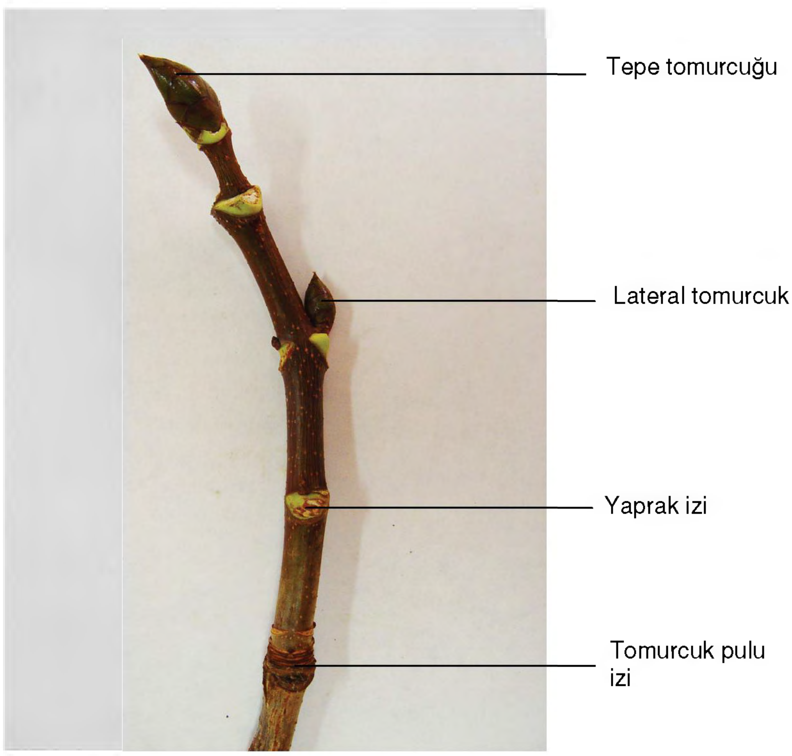
## 4.2. Gövde

Bitkide yaprak ve üreme organlarını taşıyan ve genellikle toprak üstünde bulunan bir organdır. Görevi; destek, taşıma ve yeni canlı hücre üretimi olarak özetlenebilir.

Gövdenin dış morfolojisini incelemek için genellikle odunsu bir bitkinin dalına bakılır. En uçta tomurcuk pulları ile örtülü tepe tomurcuğu (terminal tomurcuk) bulunur. Gövde üzerinde yaprakların çıktığı (veya izlerinin bulunduğu) noktalar nodyum (düğüm), nodyumlar arasında kalan bölgelere ise internodyum denir. Nodyumlarda yaprak koltuğunda bulunan tomurcuklara lateral tomurcuk (yan tomurcuk) adı verilir. Dal üzerinde ayrıca terminal tomurcuğun bir yıl önce bulunduğu yeri belirleyen tomurcuk pulu izleri görülebilir.

Çam (*Pinus* L.) türlerinde örneğini gördüğümüz gibi bazı sürgünler bir süre sonra büyümeyi durdurur. Bunlara kısa sürgün denir. Büyümesi devam eden sürgünler ise uzun sürgün olarak adlandırılır.

### a) Gövdenin dış morfolojisi




**Şekil 4.17.** At kestanesi (***Aesculus hippocastanum*** L.) bitkisine ait bir yan dalın morfolojik görünüşü (tepe tomurcuğu, lateral tomurcuk, yaprak ve tomurcuk pulu izleri).

**Uzun ve kısa sürgün**




**Şekil 4.18.** Karaçam'da (***Pinus nigra*** Arnold ) uzun ve kısa sürgünler.

**b) Gövdenin primer anatomik yapısı**

Çiçekli bitkilerin gövde apikal ucu Tunika-korpus tipi organizisyona sahiptir. Buradaki inisyaller (meristemler) primer meristemleri oluşturur. Bunlar; protoderm, temel meristem ve prokambiyumdur. Bu meristemler ileride sırasıyla epidermis, temel meristem ve primer vaskular dokuları oluşturacaktır.

Tohumlu bitkilerin gövdelerinde primer yapıda önemli varyasyonlar görülür. Bu varyasyonlar üç temel tipe ayrılır.

**Tip I:** Bazı dikotil bitkilerde ve koniferlerde görülen tip

İleride primer vaskular dokuları verecek olan uzamış prokambial hücreler, temel doku içinde az çok devamlı bir silindir oluşturur. Bu silindirin (halkanın) dışında kalan temel doku **korteks**, içte bulunan temel doku **öz** olarak adlandırılır.

**Tip II:** Diğer dikotil bitkilerde ve koniferlerde görülen tip

İleride primer vaskular dokuları verecek olan uzamış prokambial hücreler, bir silindirde bir birinden temel meristem ile ayrılmış sıra veya kümeler halinde bulunur. Ayrı ayrı bulunan prokambial sıralar ileride iletim demetlerini oluşturur. Prokambial sıraları bir birinden ayıran ve korteks ile özü bir birine bağlayan temel doku bölümü **interfasiküler parankima** olarak adlandırıldığı gibi bazen de **öz ışınları** olarak anılır. Bu bağlantı I. Tip organizasyonda da vardır, fakat dar ve fazla belirgin değildir.

**Tip III:** Monokotillerin çoğunda ve bazı dikotil bitkilerde görülen tip

Bu tip yapı gösteren gövdelerde prokambial sıralar ve vaskular demetlerin düzeni daha komplekstir. Bu tipi iki alt tipe ayırmak mümkündür.

**Alt tip I:** İletim demetleri iki dairede sıralanmıştır. Buğday (*Triticum* L.), Arpa (*Hordeum* L.) ve Yulaf (*Avena* L.) gövdelerinde olduğu gibi.

**Alt tip II:** İletim demetleri dağınık olarak dizilmiştir. Mısır (*Zea mays* L.)'da olduğu gibi.

Primer yapıyı tamamlamış dikotil bir bitkinin gövdesinden alınan bir kesitte aşağıdaki kısımlar görülür:

**Epidermis:** Gövdeyi en dıştan saran koruyucu dokudur. Stoma, tüy ve emergens bulundurabilir.

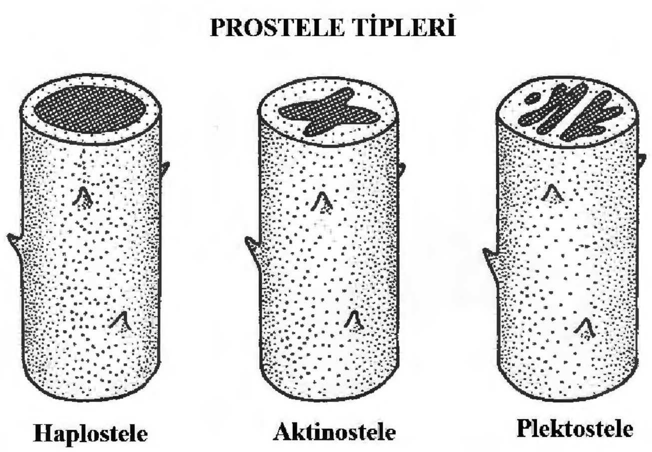
**Korteks:** Epidermis ile merkezi silindir arasında bulunan kısımdır. Çoğunlukla birkaç veya daha fazla sırada parankima hücrelerinden oluşmuştur. Destek amacıyla şerit, tabaka veya gruplar halinde kollenkima veya sklerankima hücreleri bulunabilir. Bazı gövdelerde korteks parankima hücreleri kloroplast bulundurabilirler. Bu durumda **klorankima**'dan söz edilir. Korteks hücreleri besin depo etme görevi yaptığı gibi salgı hücreleri de bulundurabilir.

Korteksin en içteki hücre sırası **endodermis** tabakası olarak bilinir. Bu tabaka toprak altı gövdelerinde ve su bitkilerinde daha belirgindir. Nişasta tanelerini içerdiğinden **nişasta tabakası** olarakta adlandırılır. Endodermis hücre çeperlerinde **kaspari şeridi** de oluşabilir.

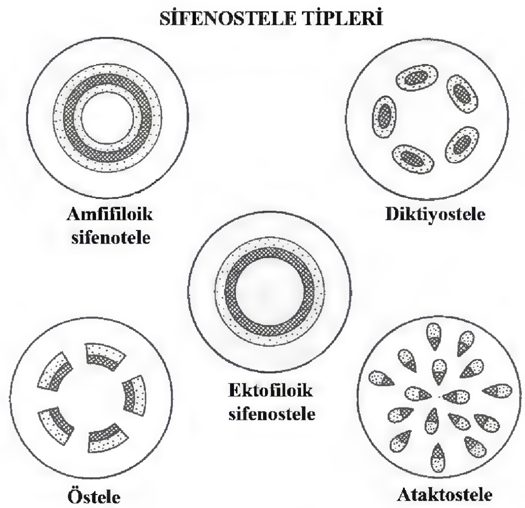
**Merkezi Silindir:** Endodermisin altında merkezi silindirin en dış tabakası olan **perisikl** bulunur. Bir veya birkaç hücre sırasından ibaret olan bu tabaka sklerenkimatik olabilir (*Aristolochia* L. ve *Cucurbita* L.'da olduğu gibi). Daha iç kısımda iletim demetleri halkası bulunur. İletim dokuyu incelerken iletim demeti tiplerini incelemiştik. Bu nedenle burada fazla bahsetmeyeceğiz (*Aristolochia* L.'da açıkkolleteral, *Cucurbita* L.'da bikolleteral demetler vardır).

**Öz:** Gövdenin merkezinde bulunan ve iletim demetleri ile çevrili olan dokudur. Demetler arasındaki uzantılarına **öz ışınları** denir. Öz dokusunu oluşturan parankima hücreleri bazen ince çeperli olabildiği gibi bazı türlerde kalın çeperli olabilir. Öz bölgesinde sklereidlerede rastlanabilir. Bazı gövdelerde özdeki hücreler parçalanmış ve gövde ortası boşluğu oluşmuştur. Özellikle Poaceae familyası üyelerinde olduğu gibi.

**Stele kavramı:** Bitkilerde iletim demetleri ve bunlarla ilişkili dokuların oluşturduğu sisteme **stele** denir. Primer iletim demetlerinin dizilişi ve düzenleri, türlerde ve hatta aynı türün fertleri arasında da farklılık gösterebilir.

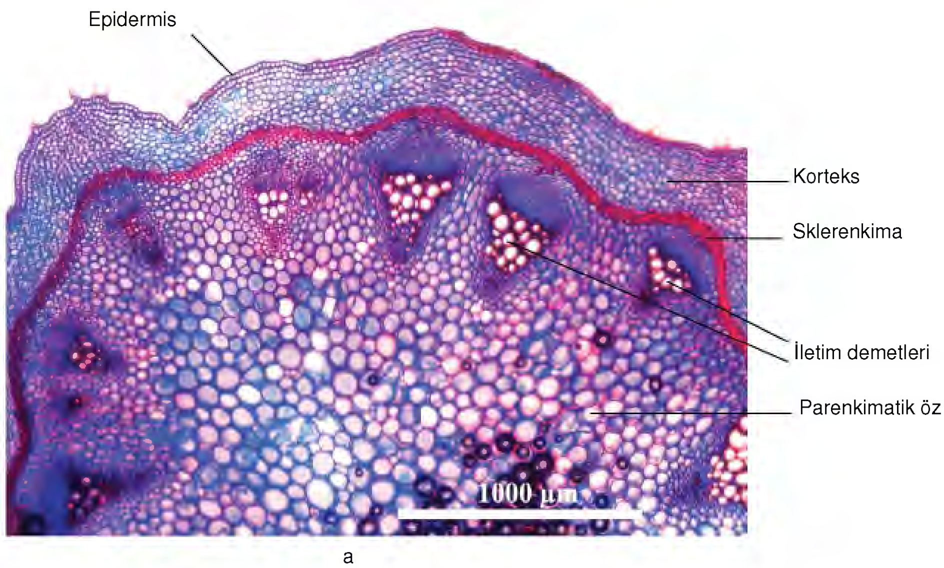


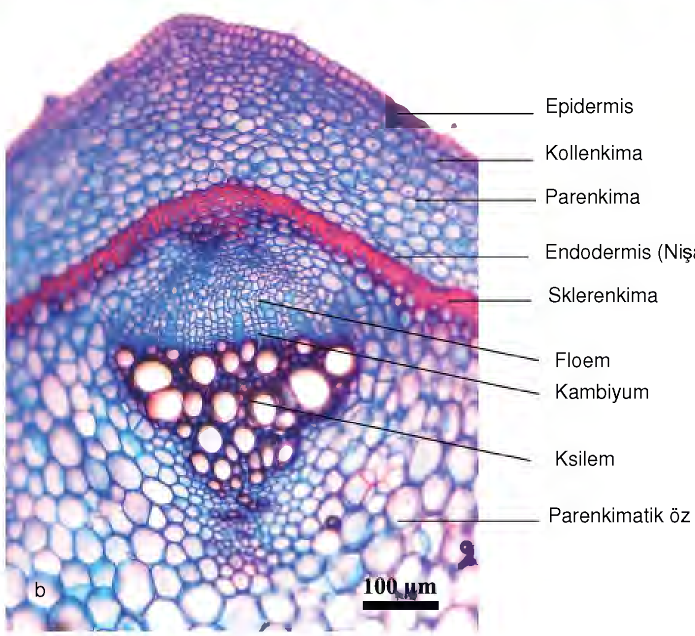

**Şekil 4.19.** Prostele tipleri (Fahn, 1974).



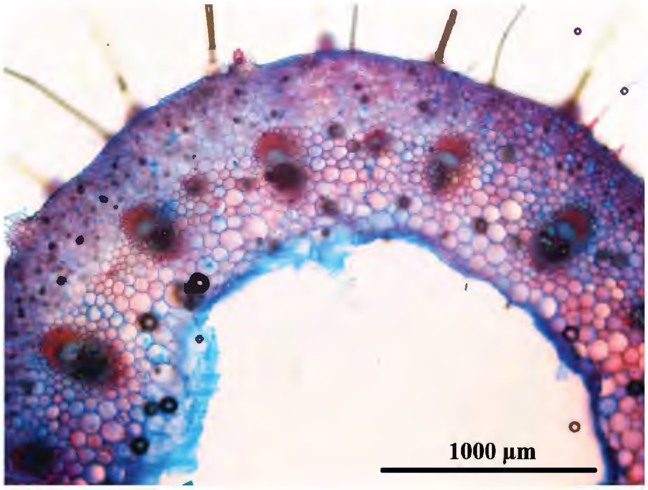

**Şekil 4.20.** Enine kesitte sifenositele tipleri (Fahn, 1974).

### i) Dikotil bitkilerde gövdenin primer yapısı



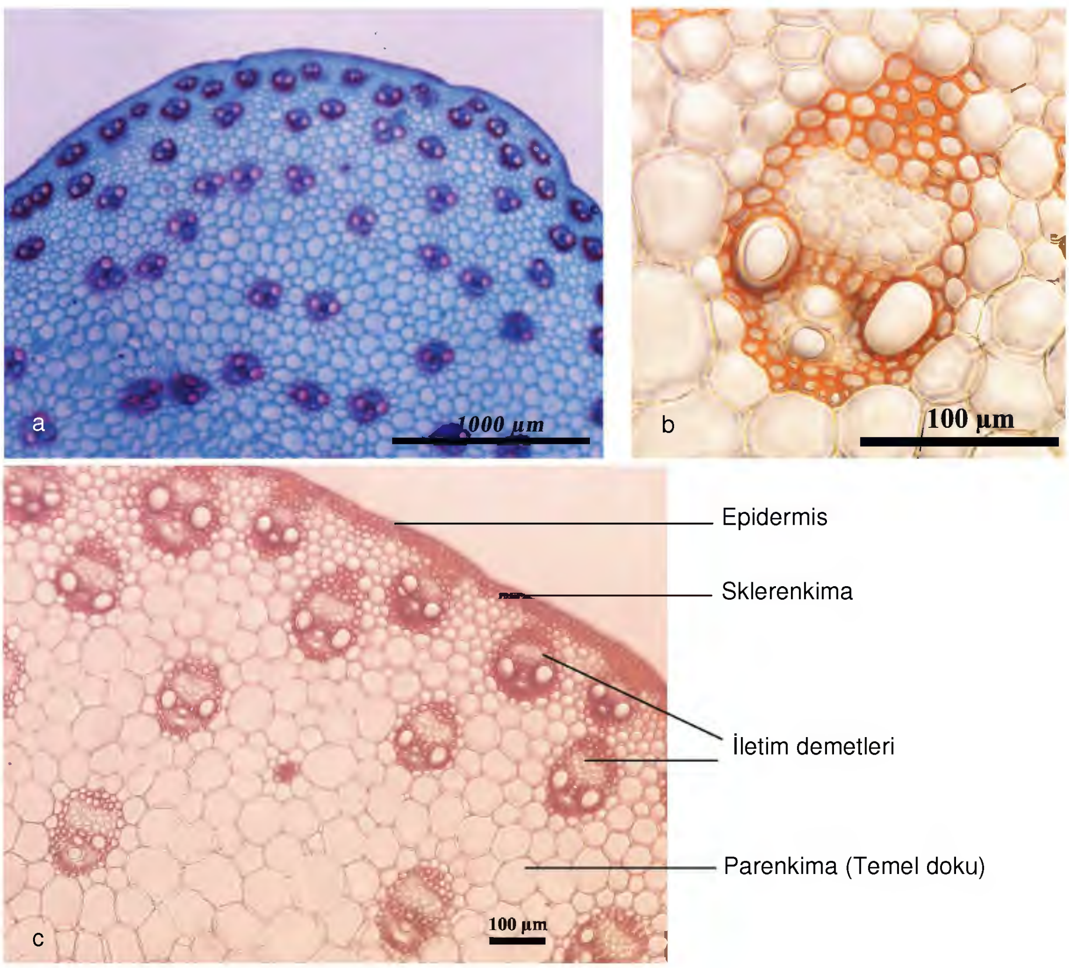




**Şekil 4.21.** Lohusa otu **(*Aristolochia* L.)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte gövdenin **a.** genel ve **b.** ayrıntılı görünümü.

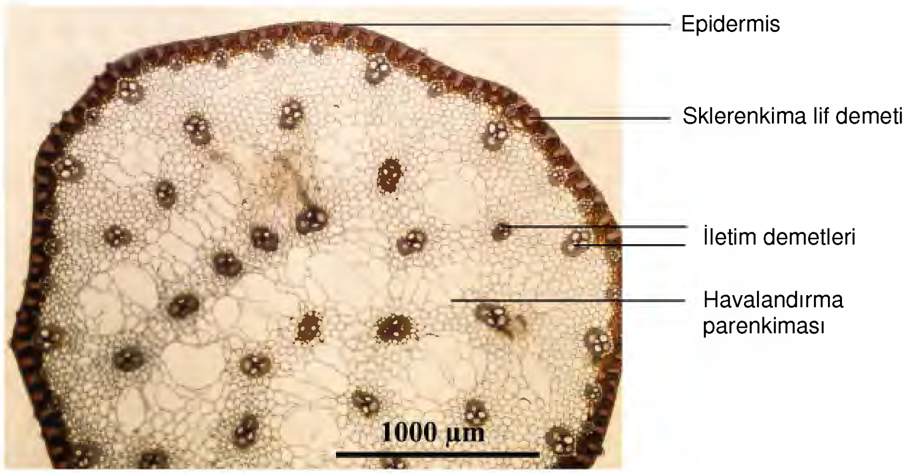



**Şekil 4.22.** Düğün çiçeği (***Ranunculus*** L.) bitkisinin gövde enine kesiti.

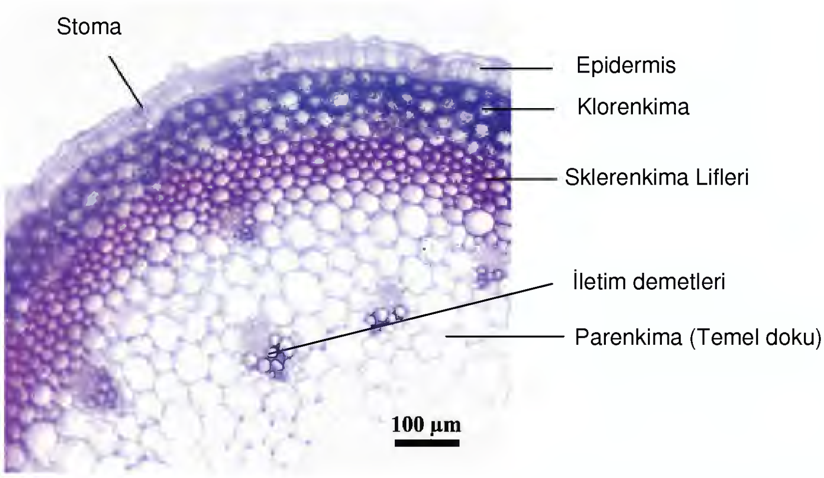
**ii) Monokotil bitkilerde gövdenin primer yapısı**



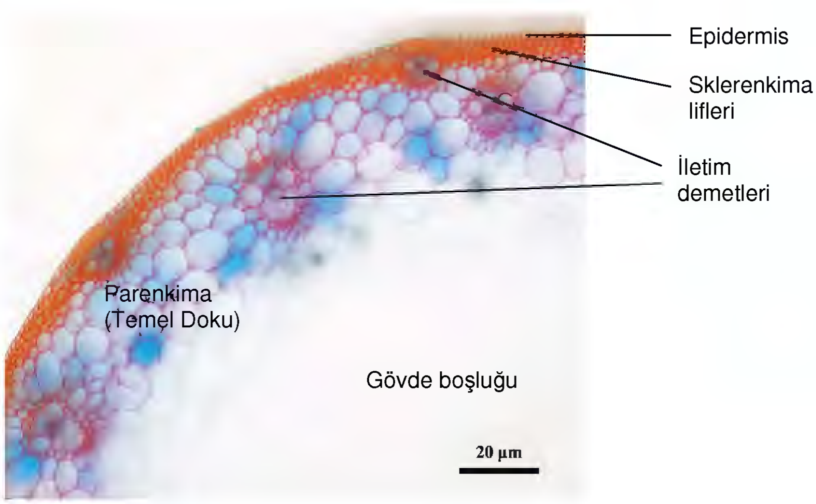

**Şekil 4.23.** Mısır (***Zea mays*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte **a.** genel görünüş, **b.** kapalı kollateral iletim doku demeti ve **c.** gövdenin kısımları.




**Şekil 4.24.** Japon şemsiyesi **(*Cyperus*** L.**)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte gövdenin kısımları.




**Şekil 4.25.** Kordela **(*Chlorophytum*** Ker Gawl.**)** bitkisinin stolon gövdesinden alınan enine kesitte gövdenin kısımları.




**Şekil 4.26.** Buğday **(*Triticum aestivum*** L.**)** bitkisinin gövdesinde internodyumlardan alınan enine kesitte gövdenin kısımları.

### c) Gövdenin sekonder anatomik yapısı

Birçok bitkide primer dokular olgunlaştıktan sonra büyüme durur. Örneğin, monokotillerin çoğunda ve Düğün çiçeği (*Ranunculus* L.) gibi bazı otsu dikotillerde olduğu gibi. Diğer taraftan Gymnospermler ve odunsu dikotillerde, uzaması tamamlanmış kök ve gövdeler çaplarını arttırmaya devam ederler. Bitki bünyesindeki bu kalınlığına veya çevresel artış "**sekonder büyüme**" olarak adlandırılır. Bu artıştan **vaskular kambiyum** ve **mantar kambiyumu** gibi lateral meristemler sorumludur.

Apikal meristem hücreleri çok yüzlü, büyük nükleuslu ve bol sitoplazmalıdır. Vaskular kambiyumun meristematik hücreleri ise uzamış ve bol vakuollüdür. **Fusiform inisyalleri** ve **ışın inisyalleri** olmak üzere iki formu vardır.

Sekonder ksilem ve sekonder floem, kambiyum inisyallerinin **periklinal** (organ yüzeyine paralel) bölünmeleri ile oluşturulur. Fusiform inisyallerinin ürettiği hücrelerinin farklılaşması ile oluşan ve gövde de **vertikal** olarak yer alan sekonder vaskular dokular **aksiyal sistemi** meydana getirir. Işın inisyallerinin ürettiği genellikle parankima hücrelerinden ibaret ve **horizontal** olarak yer alan ışınlar ise **radyal sistemi** oluşturur.

Dikotiller ve Gymnosperm'lerde prokambiyumun oluşturduğu iletim demetlerinde meristematik özelliklerini koruyan hücreler vardır ve bu hücreler ksilem ve floem arasında bulunur. Demet içinde bulunan meristematik hücrelere **fasiküler kambiyum** (demet içi) denir. Demet içi kambiyumla aynı seviyede olan ve demetler arasındaki parankima hücrelerinin meristematik özellik kazanmasıyla oluşan kambiyum bölümüne ise **interfasiküler kambiyum** (demetler arası kambiyum) denir. Sekonder yapıda bu iki kambiyum bölümü birleşerek çember (halka) şeklini alır ve sadece **kambiyum** olarak anılır.

Gövde, primer yapıdan sekonder yapıya geçip enine kalınlaşmaya başlayacağı zaman önce fasiküler kambiyum faaliyete geçer. Daha sonra interfasiküler kambiyum oluşur. Halka haline geçen kambiyum sekonder kalınlaşmayı sağlar. Halka kambiyum oluşumu ve sekonder büyümenin başlaması üç tipte olur. Bazı anatomistler bu tipleri model bitkiler vererek ayırırlar (Toker, 2004).

**Tip I) Lohusa otu (*Aristolochia* L.) tipi gövde kalınlaşması:** Bazı otsu bitkilerde kambiyum üremesi sadece demet içinde bulunan kambiyumda olur. Demet arası kambiyumu daha sonraları demet içi kambiyumundan başlayarak tamamlanır. Primer özkolları merkeze kadar ulaşırken, sekonder özkolları merkeze kadar ulaşmaz. Gövdenin sekonder yapısı geniş özışınları ile birbirinden ayrılmış parçalı olarak görülür. Örnek; Lohusa otu (*Aristolochia* L.) ve Asma (*Vitis* L.) gövdeleri.

**Tip II) Ayçiçeği (*Helianthus* L.)-Hintyağı (*Ricinus* L.) tipi gövde kalınlaşması:** Önce demet içi kambiyumu ürer. Kısa bir süre sonra demet arası kambiyumu teşekkül eder ve kambiyum gövdede halka halini alır. Eski

demetler gittikçe genişleyerek bir çoğalma gösterirken, bunların arasında yer yer yeni demetler meydana gelir. Primer yapıda parçalı görülen gövde, tam gelişmiş sekonder yapıda devamlı bir silindir şeklindedir. Örnek; Ayçiçeği (*Helianthus* L.), Hintyağı (*Ricinus* L.), Mürver (*Sambucus* L.), Söğüt (*Salix* L.) ve Kayısı (*Prunus* L.) gövdeleri.

**Tip III) Ihlamur (Tilia L.) tipi gövde kalınlaşması:** Keten (*Linum* L.) ve özellikle ağaçlar gibi çok yıllık bitkilerde görülür. Gövde daha genç devrede iken kambiyum gövdeyi halka şeklinde sarar. İnterfasiküler bölgeler çok daralmıştır, bu sebeple sekonder kalınlaşma başlarken, tüm gövdede ksilem ve floem gelişmesi olur. Primer özışınları merkeze ulaştığı halde sonradan meydana gelen sekonder öz ışınları merkeze ulaşmaz. Örnek; Ihlamur (*Tilia* L.), Tütün (*Nicotiana* L.), Yavşanotu (*Veronica* L.), Leylak (Syringa L.) ve Keten (*Linum* L.) gövdeleri.

Otsu dikotil bitkilerin çoğunda sekonder gelişme görülür. Bu yapılar odunlu tiplerin genç safhalarına benzer. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ve Hintyağı (*Ricinus communis* L.) otsu gövdelerinde belirgin sekonder yapı görülür. İnterfasiküler kambiyum vardır ve sekonder yapıya katılır.

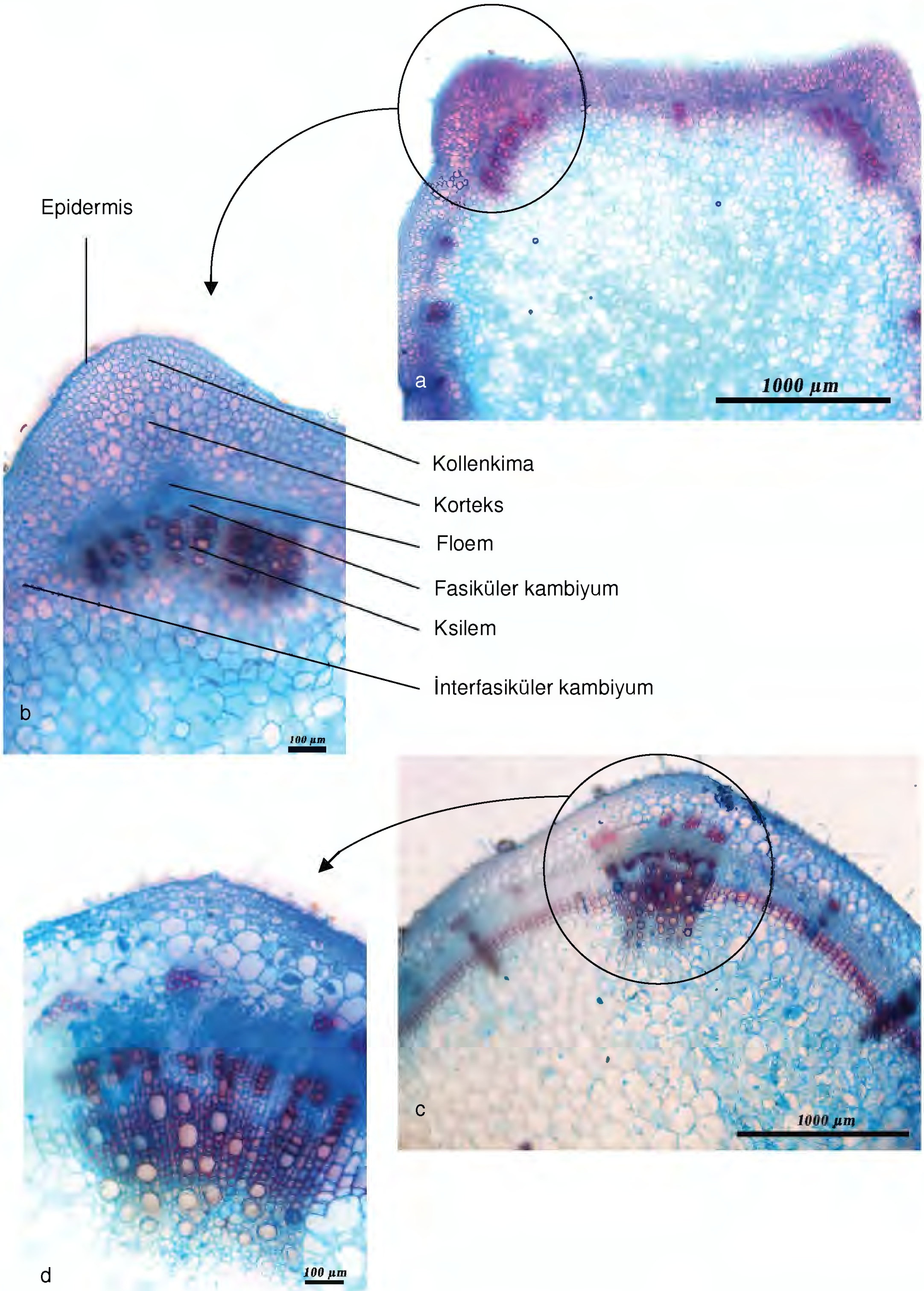
Sardunya (*Pelargonium zonale* L.)'da primer vaskular sistemde sık dizilişli ve büyüklükleri farklı demetler vardır. Sekonder büyüme sırasında bu demetler birbirlerine yaklaşır ve devamlı bir vaskular halkayı oluştururlar. Çevrelerindeki perivaskular sklerankima ile korteksten ayrılırlar. Epiderma ve subepiderma bölgelerinde periderm oluşumu görülür. Korteks ve öz dokuları primer halde kalırlar.

Yonca (*Medicago* L.) ve Ballıbabagiller (*Lamiaceae*)'de iletim demetleri arasında geniş interfasiküler alanlar vardır. Sekonder büyümede interfasiküler kambiyumun ksilem yönünde verdiği hücreler sklerenkimatik yapıdadır.

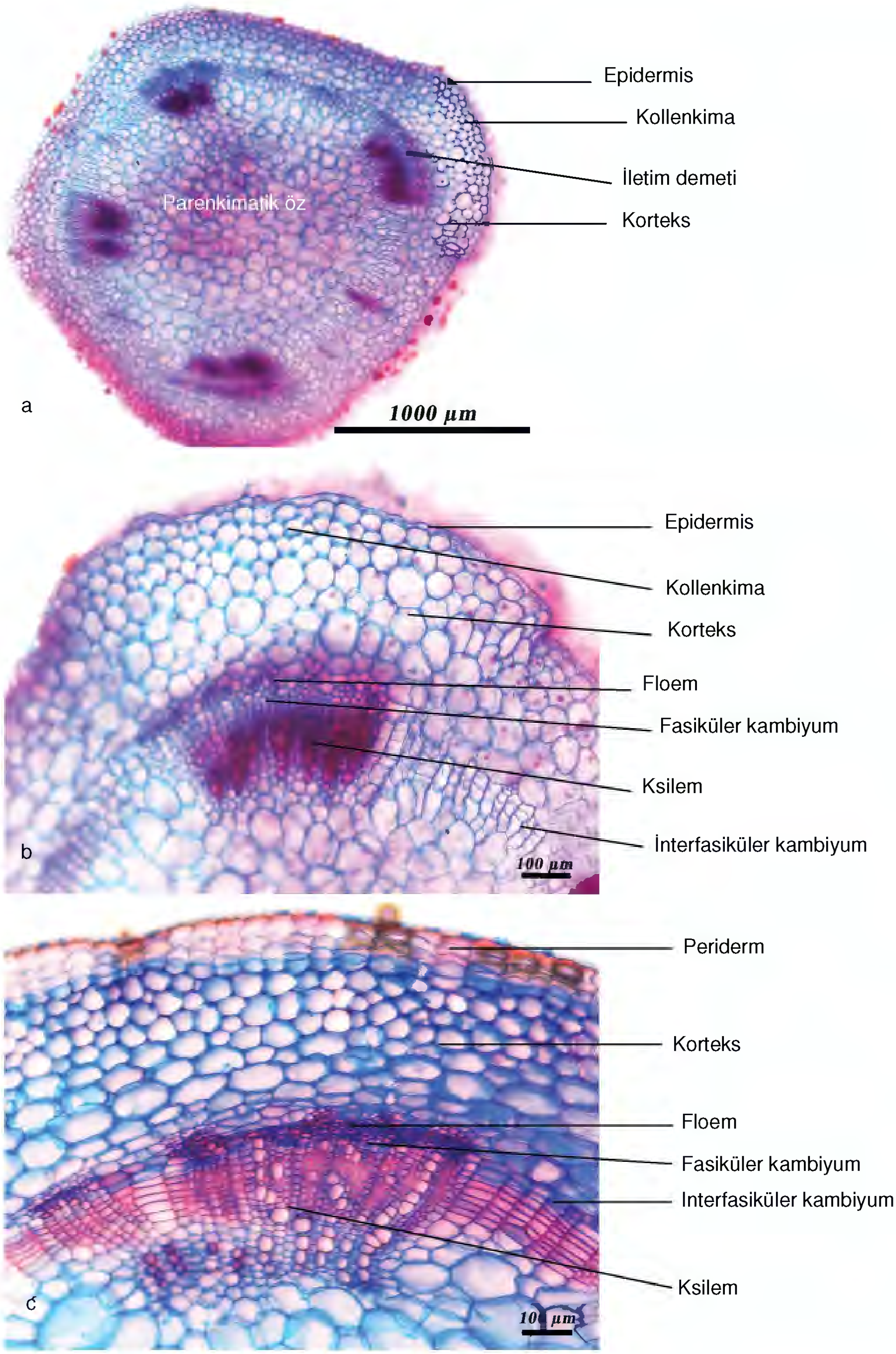
Tam bir otsu bitki olan Düğün çiçeği (*Ranunculus* L.)'nde sekonder gelişme görülmez. Demetlerde kambiyum yoktur ve bu bölgede olgun parankima hücreleri vardır.

Örneğini Asma (*Vitis* L.) ve Lohusa otu (*Aristolochia* L.) gibi bitkilerde gördüğümüz sarılıcı tip gövdeler tırmanmayı sağlar. Floem ve ksilem demetler halindedir. Tipik fasiküler ve inter fasiküler kambiyum vardır. İnterfasiküler kambiyum, parankima üretir ve radyal öz ışınları oluşur. Primer floem sklerankima lifleri vaskular sistemin dışını kuşatır. Korteks, kollenkima ve parankima hücrelerini içerir. Bu hücrelerde kloroplast bulunabilir. Öz bölgesi parankimatik yapıdadır. Sekonder büyümede epidermisin yerini periderm alır. Sarılıcı tip gövdelerin bazıları bikolleteral demet bulundurur. Kabakgiller (**Cucurbitaceae**)'de örneğini gördüğümüz gibi sekonder gelişme iletim demetinde sınırlanmıştır.

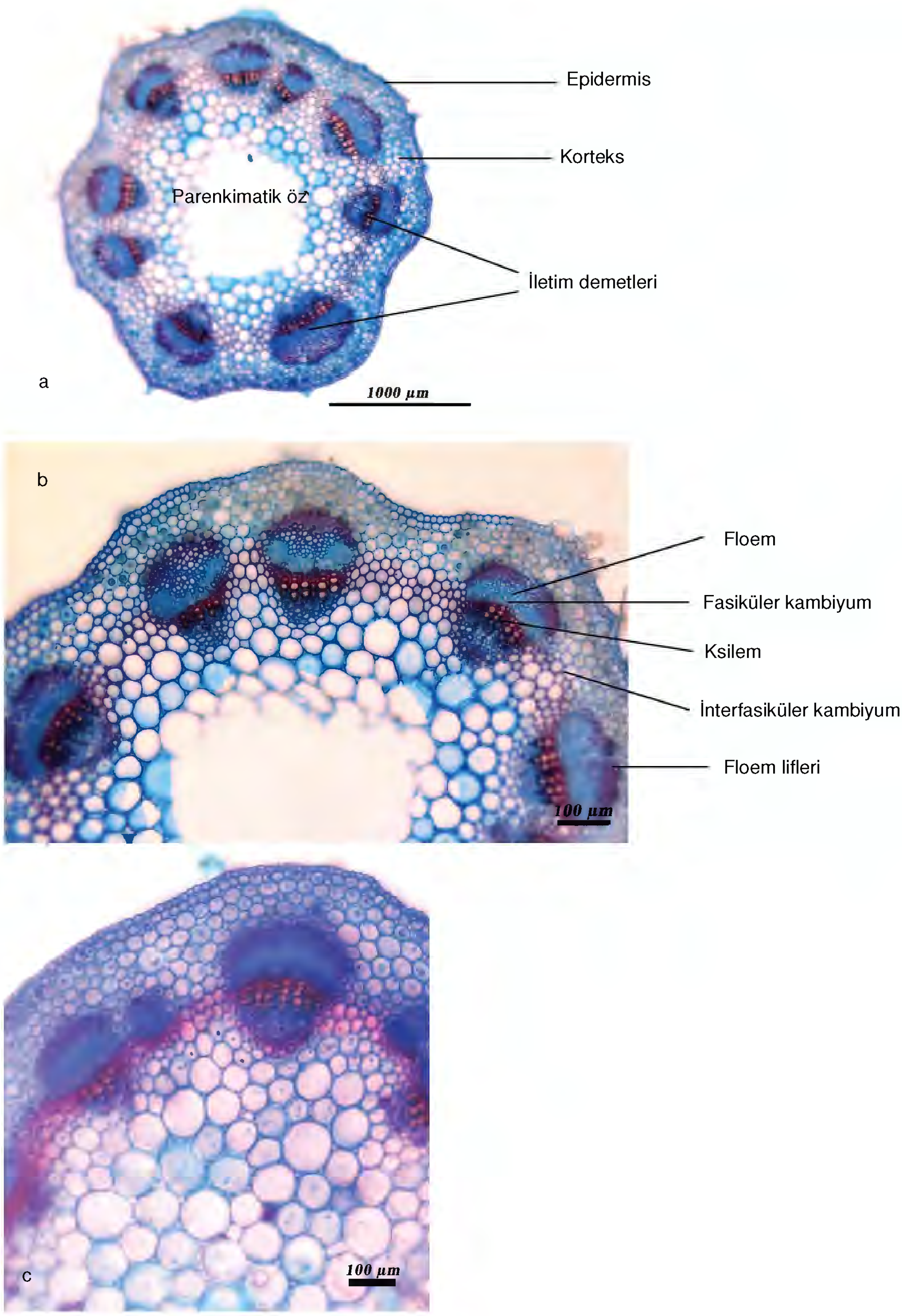
## Otsu bitki gövdelerinde sekonder gelişme



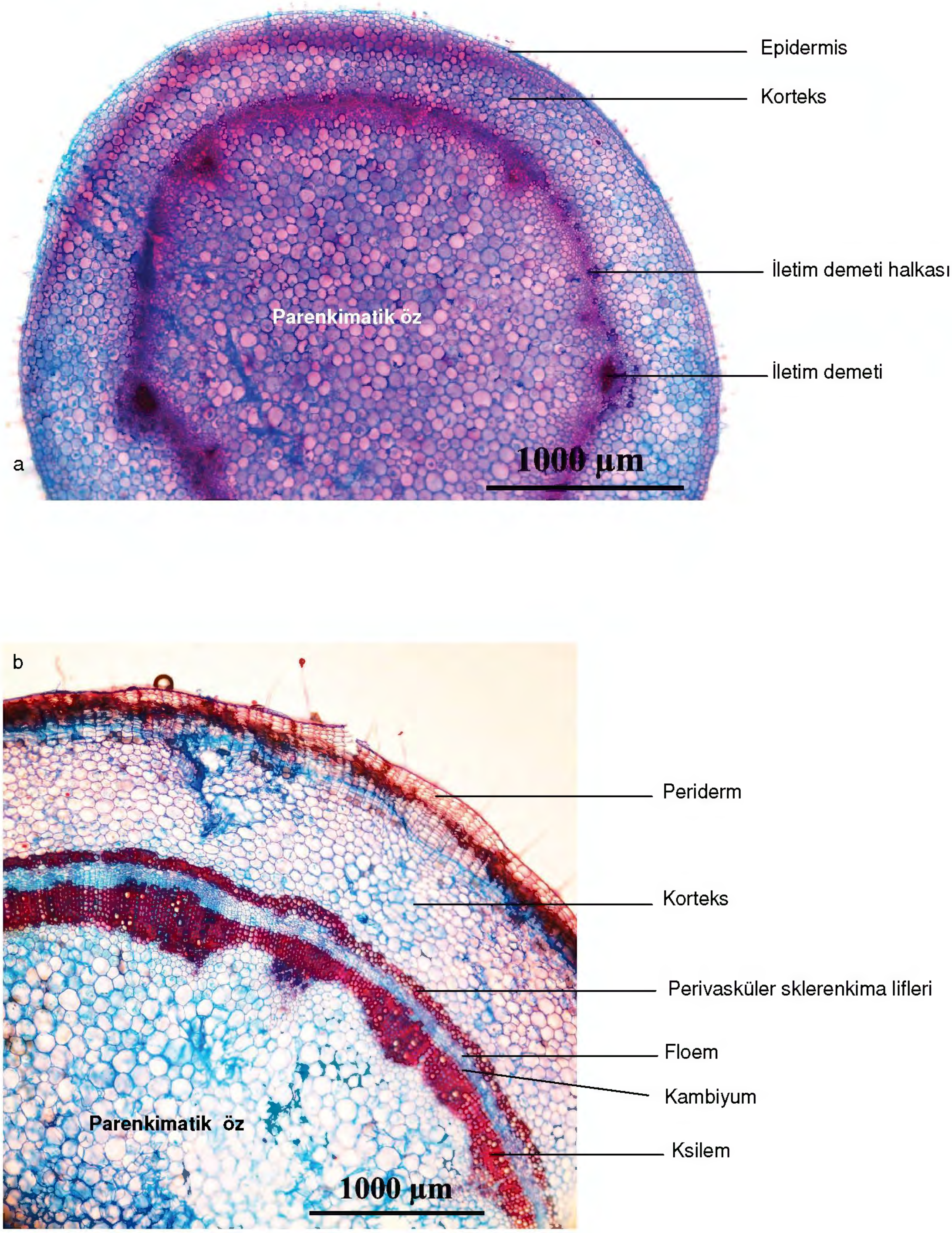

**Şekil 4.27.** Kolyos (***Coleus*** Lour.)'un genç ve yaşlı gövdesinden alınan enine kesitlerde **a.** genç gövde genel, **b.** ayrıntılı; **c.** yaşlı gövde genel ve **d.** ayrıntılı görünüş.



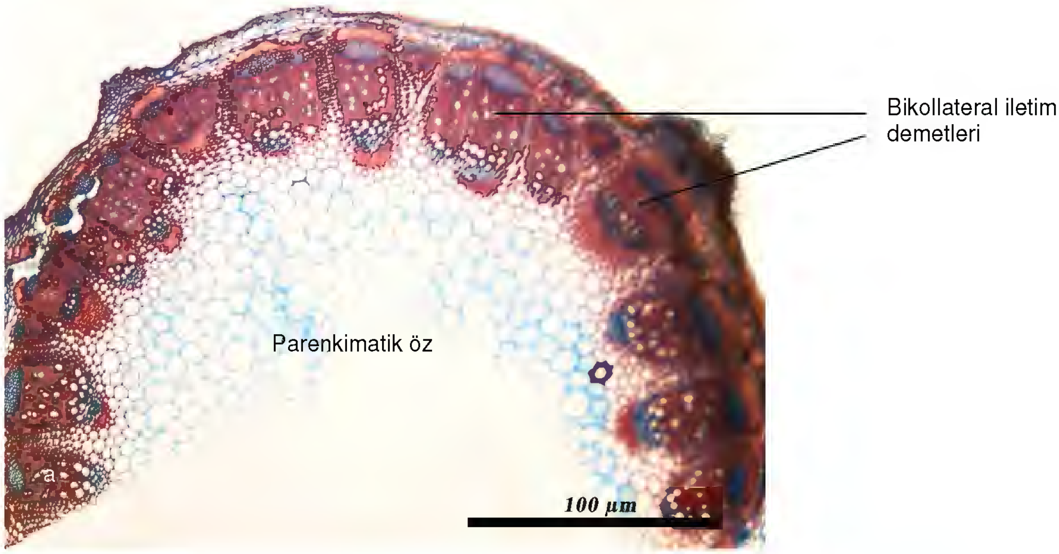

**Şekil 4.28.** Parlak mustafa **(*Plectranthus*** L'Héritier**)** bitkisinin genç ve yaşlı gövdesinden alınan enine kesitlerde **a.** genç gövde genel, **b.** ayrıntılı ve **c.** yaşlı gövde ayrıntılı görünüş.

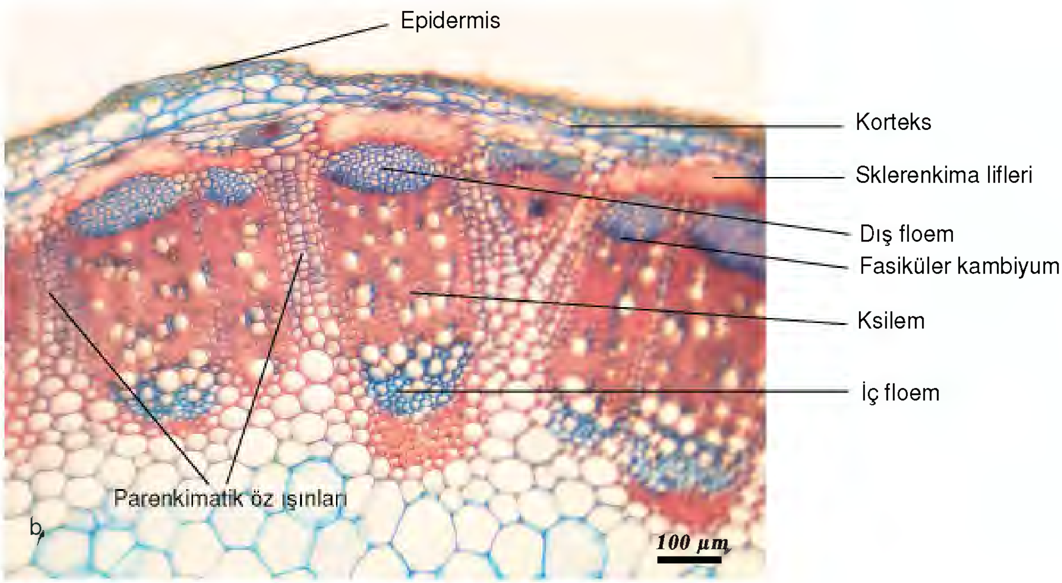



**Şekil 4.29.** Üçgül (***Trifolium*** L.**)** bitkisinin genç ve yaşlı gövdesinden alınan enine kesitlerde **a.** genç gövde genel, **b.** ayrıntılı ve **c.** yaşlı gövde ayrıntılı görünüş.

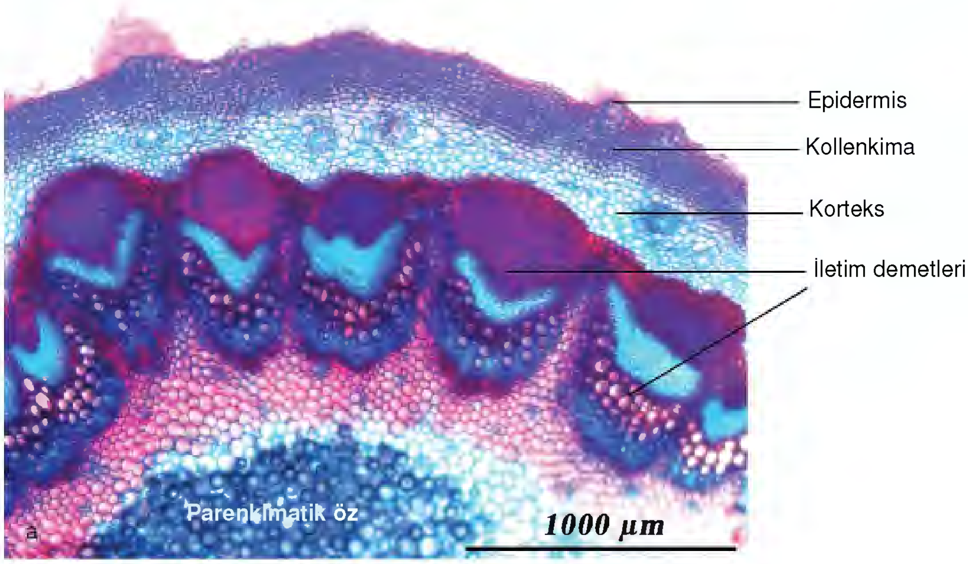


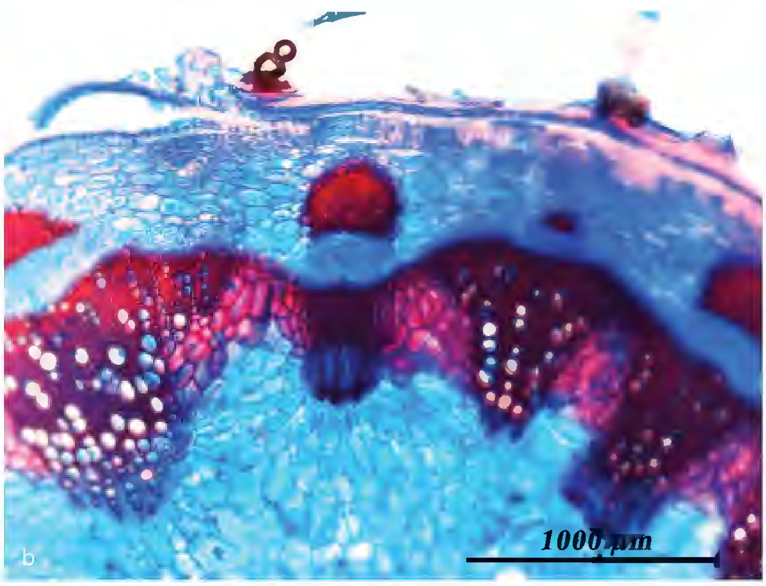

**Şekil 4.30.** Sardunya (***Pelargonium zonale*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitlerde **a.** genç ve **b.** yaşlı gövdenin görünüşü.



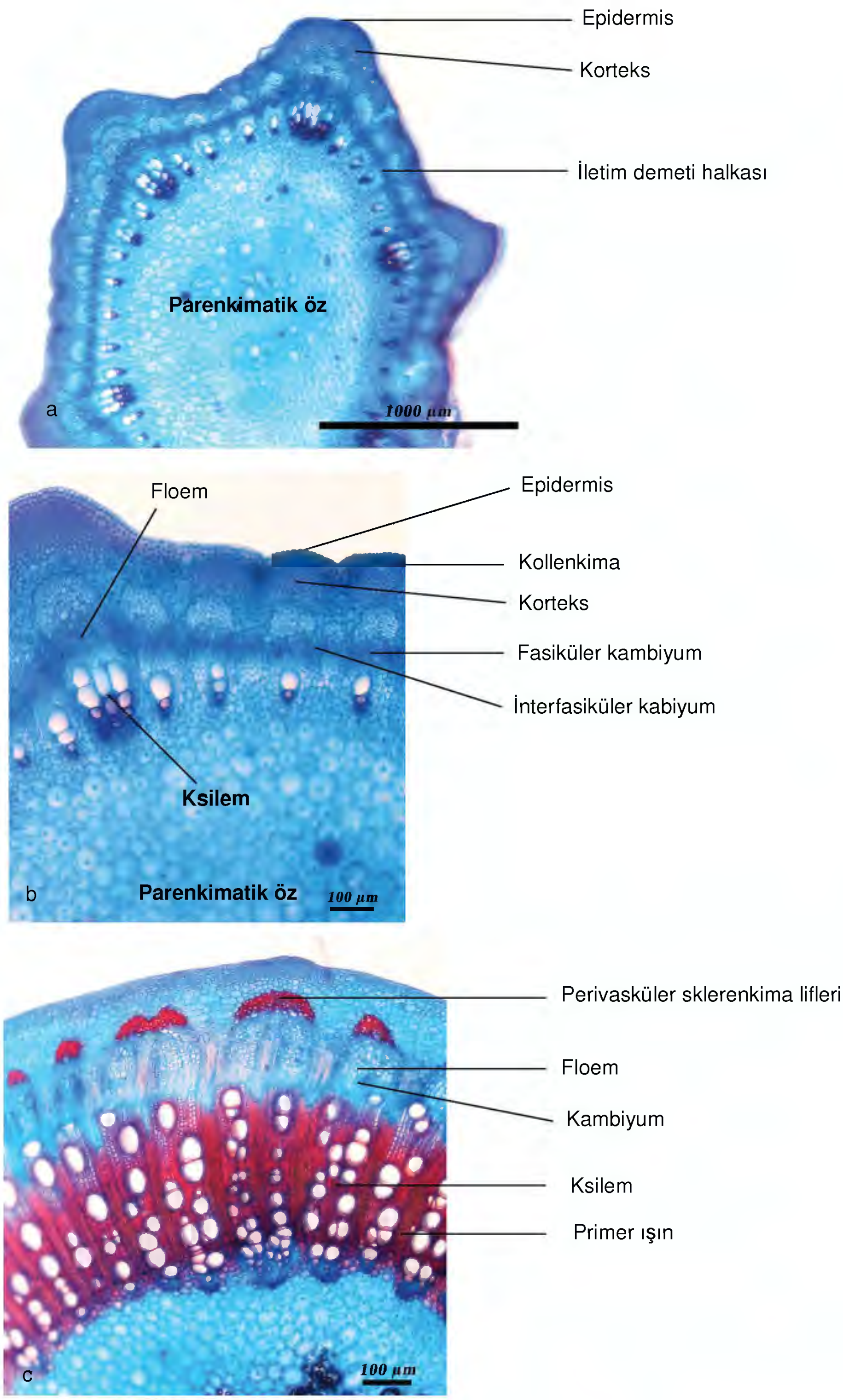

**Şekil 4.31.** Peygamber çiçeği (***Centaurea cyanus*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitlerde sekonder gelişme **a.** genel ve **b.** ayrıntılı görünüş.




**Şekil 4.32.** Ayçiçeği (***Helianthus annuus*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitlerde sekonder gelişme **a.** genç gövde ve **b.** yaşlı gövde.

## Sarılıcı bitki gövdelerinde sekonder gelişme




**Şekil 4.33.** Asma (***Vitis*** L.) bitkisinin genç ve yaşlı gövdesinden alınan enine kesitlerde **a.** genç gövde genel, **b.** ayrıntılı ve **c.** yaşlı gövde ayrıntılı görünüş.

#### d) Monokotil bitki gövdelerinde sekonder gelişme

Genel olarak monokotillerde sekonder büyüme görülmez. İletim demetleri kapalı tiptedir. Palmiyegiller (**Aracaceae**) familyası bireylerinde ve Muz (*Musa* L.)'da örneklerini gördüğümüz gibi, bazı monokotillerde yoğun ve hızlı primer gelişme ile ağaçsı gövdeler oluşur. Bu gelişme etkin primer meristem sayesinde gerçekleşir. Bu meristem tepe yaprak primordiyumları altında bulunur. Bu tip gövdelerde önce genişleme sonrada internodal uzama görülür.

Örneklerini otsu ve odunsu Agavaceae üyeleri (*Agave* L., *Dracaena* L., *Yucca* L.) ve diğer bitkilerde gördüğümüz gibi sekonder büyüme, primer demetlerin dışında korteks dokusunda bulunan meristematik doku (kambiyum) sayesinde gerçekleşir. Bu dokunun bölünmeler sonucunda oluşturduğu hücrelerin bir kısmı korteks dokusuna parankima hücresi olarak katılırken, bir kısmıda tekrar bölünerek iletim demeti olarak organize olur ve farklılaşır. Yeni oluşan sekonder iletim demetleri konsentrik tiptedir (floem merkezde) ve ışınsal olarak sıralanırlar. Demetler ksilem elemanı olarak yalnız trakeidleri bulundurur. Koruyucu doku olarak bazı monokotillerde periderm gelişirken bazılarında tabakalı mantar doku gelişir.



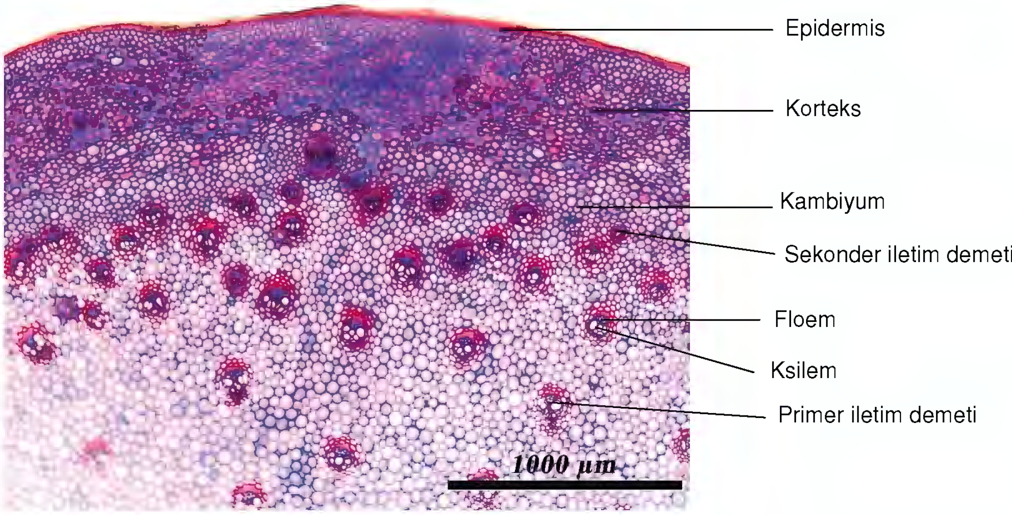
a

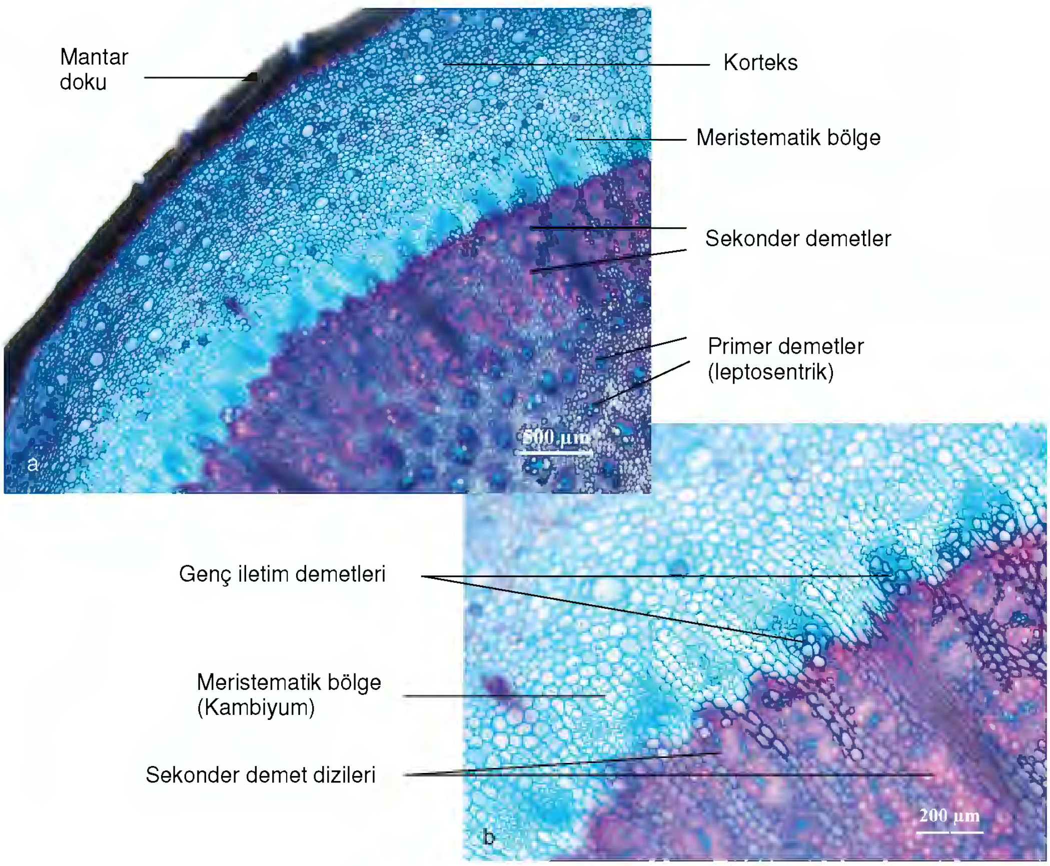


b

**Şekil 4.34. a.** Bambu kamışı **(*Bambusa arundinacea*** Willd.**)** ve **b.** Kardeş kanı **(*Dracaena marginata*** Lam.**)** bitkilerinin genel görünüşü.

**Şekil 4.35.** Bambu kamışı **(*Bambusa arundinacea*** Willd.**)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte sekonder büyüme.




**Şekil 4.36.** Kardeş kanı (***Dracaena marginata*** Lam.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte: **a.** genel görünüş, **b.** meristematik bölge ve sekonder demet dizileri.

#### e) Odunsu bitki gövdelerinde sekonder gelişme

#### i) Gymnosperm bitki gövdesinde sekonder gelişme

Genellikle yumuşak odun diye tanımlanan gymnospermlerin sekonder ksilemi basit ve homojen yapıdadır. Gnetales ordosuna ait türleri bir yana bırakırsak, trakeidler gymnospermlerin ana iletim elementleridir. Parankima miktarı azdır. Trake ve libriform lifler yoktur.

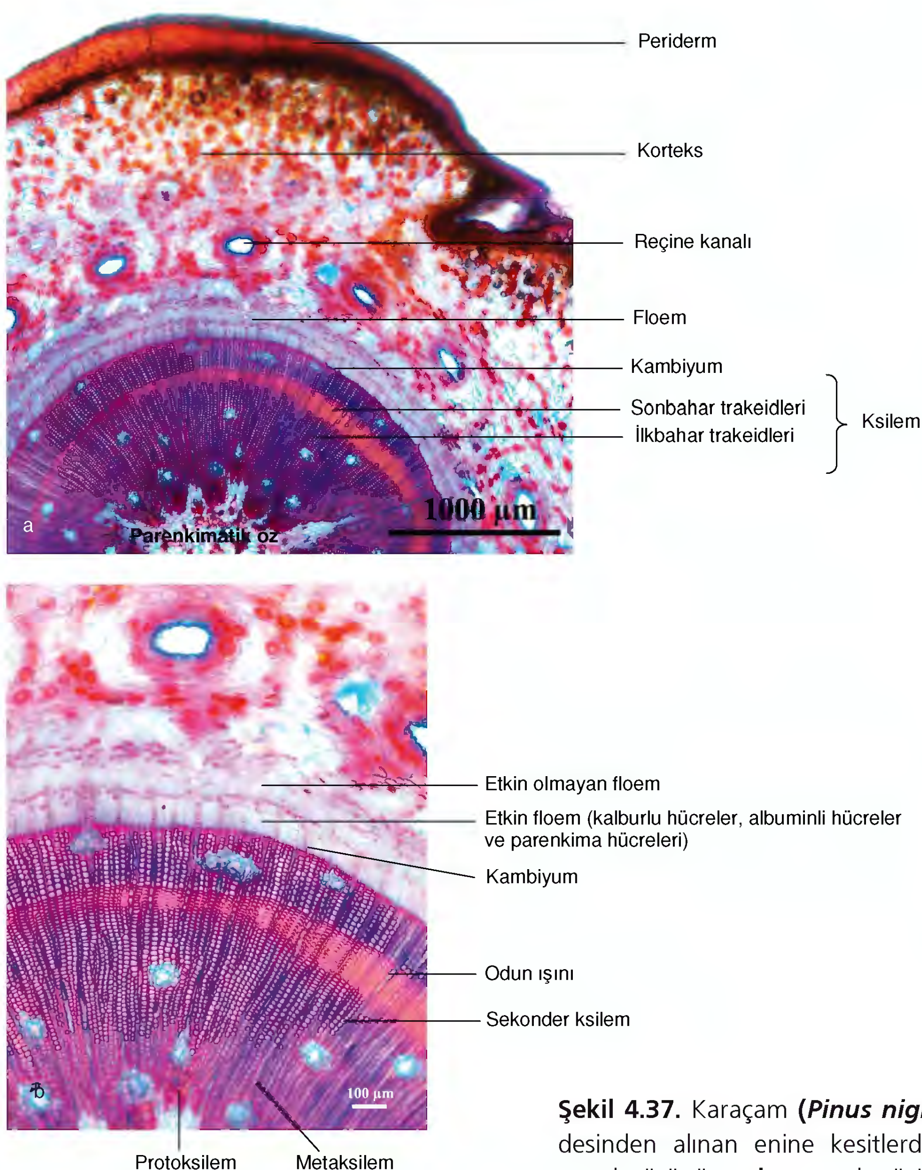
Hücre ve dokular üç boyutlu objelerdir. Üç boyutlu organizasyonda ne tip hücrelerin yer aldığını görmek için enine kesitleri, boyuna ışınsal kesit ve tanjantial kesitte incelemek gerekir.

Vertikal sistem trakeidlerden teşekkül etmiştir. Bu elementlerin sonbaharda gelişenleri küçük ve kalın çeperli, ilkbaharda gelişenleri büyük ve ince çeperlidir. Kambiyumun periyodik aktiviteleri sonucu oluşan bu yapı enine kesitlerde sene halkaları halinde görülür.

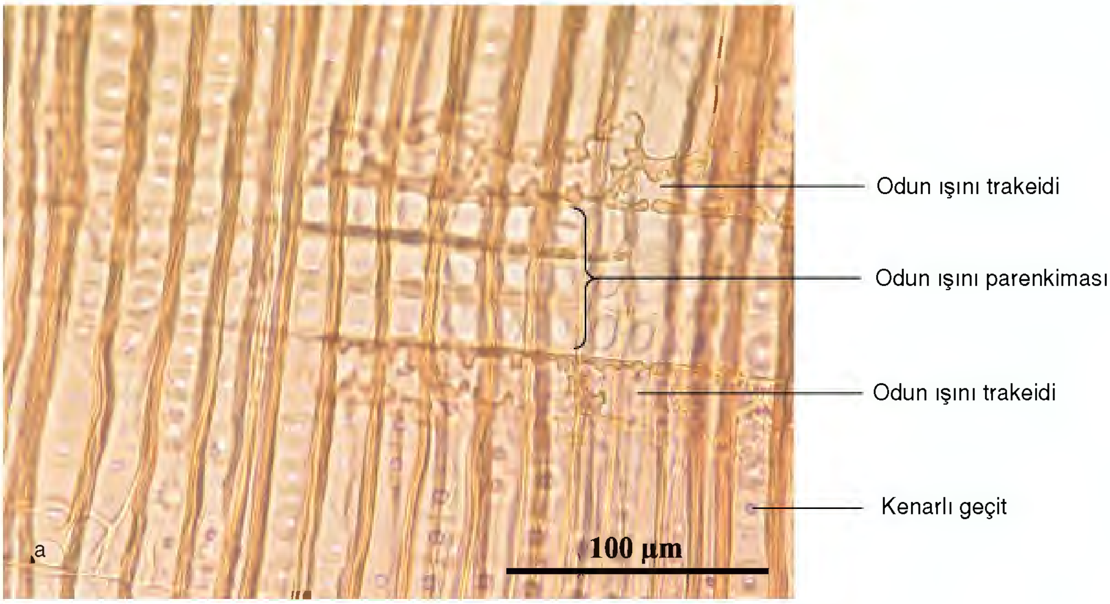
Gymnosperm trakeidleri 0,5-11 mm uzunluğunda ve gövde boyunca yönelim gösterirler. Alttaki ve üstteki trakeidlerle tam uçtan değil uca yakın lateral çeperleri ile komşudur. Toruslu kenarlı geçitler sadece radyal çeperlerde bulunur.

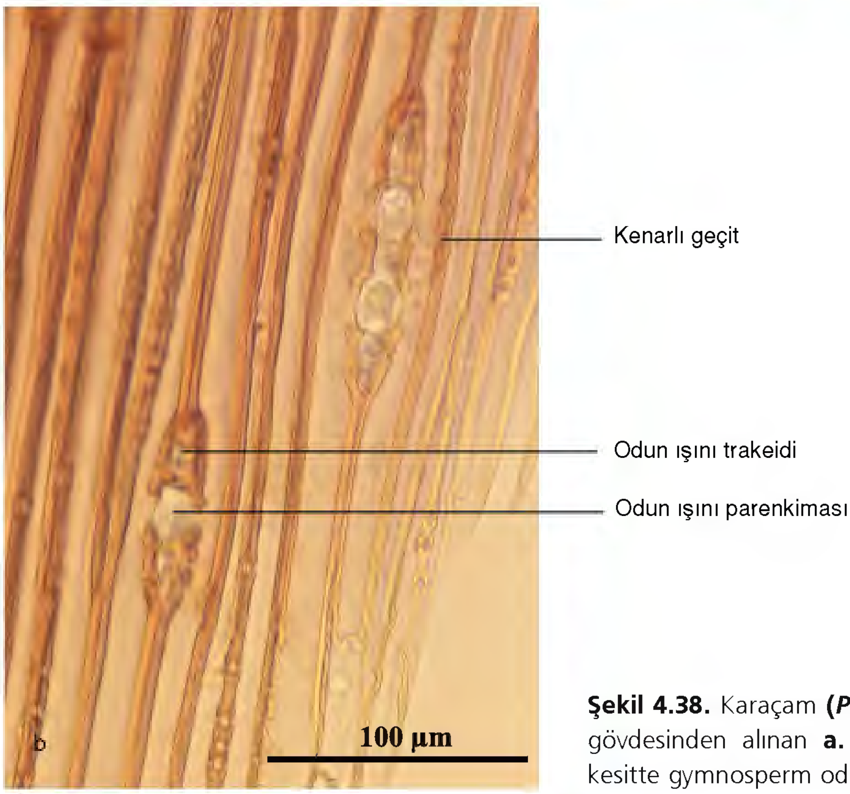
Gymnospermlerde öz ışınları sadece parenkima hücrelerinden (homoselular öz ışını) veya parenkima ve trakeidlerden (heteroselular öz ışını) oluşur. Boyuna tanjantial kesitlerde ışınlar iğ veya mekik şeklinde görülür.

Reçine kanalları hem vertikal hem de horizontal sistemde gelişirler. Basınç, yaralanma ve don konifer odununda reçine kanalı oluşumunu uyarabilir. Bu nedenle bazı araştırıcılar reçine kanallarını traumatik orijinli olarak görürler.




**Şekil 4.37.** Karaçam **(*Pinus nigra*** Arnold**)** bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitlerde sekonder büyüme: **a.** genel görünüş ve **b.** ayrıntılı görünüş.




**Şekil 4.38.** Karaçam (***Pinus nigra*** Arnold) bitkisinin gövdesinden alınan **a.** radyal kesit ve **b.** teğetsel kesitte gymnosperm odunu.

### ii) Angiosperm bitki gövdesinde sekonder gelişme

Bazı monokotil bitkiler (palmiyeler gibi) sekonder gelişme göstermesine rağmen, tam bir vasküler silindire sahip değillerdir. Bunların gövdeleri bildiğimiz anlamda oduna sahip değildir.

Angiospermlerden birçok dikotil bitki önemli miktarda sekonder ksilem oluşturur. Bu odun genellikle sert odun olarak tanımlanır. Dikotil odunu trakeidlerin yanında iletim elementi olarak trakeleri de bulundurur. Ayrıca çok miktarda parenkima hücreleri ve lif gibi sklerenkimatik elementlere sahiptir. Bu elementlerin odundaki dizilişleri, çapları, şekilleri ve tipleri çok değişiktir. Bu farklılık kambiyumun organizasyonu ile açıklanabilir. Bu yüzden dikotil odunu gymnosperm-

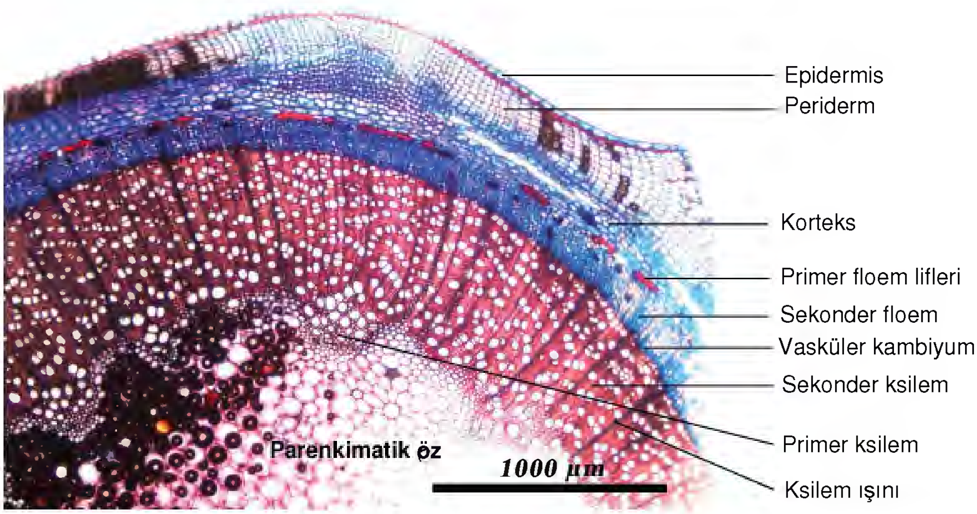
lerdeki gibi basit ve homojen değildir. Kambiyumun periyodik etkinliği ile dikotil odununda da sene halkaları görülür.

Dikotillerde su ileten elementlerin çeperleri her tarafta kenarlı geçit bulundurur. Işınsal yönde taşınım için özel elementlere gereksinim duyulmaz. Bu nedenle dikotil odunun ışınları yalnız parenkima hücrelerinden ibarettir. Ksilem ışınları tek sıralı olabildiği gibi, iki veya daha fazla hücre sırasından yani çok sıralı olabilir.

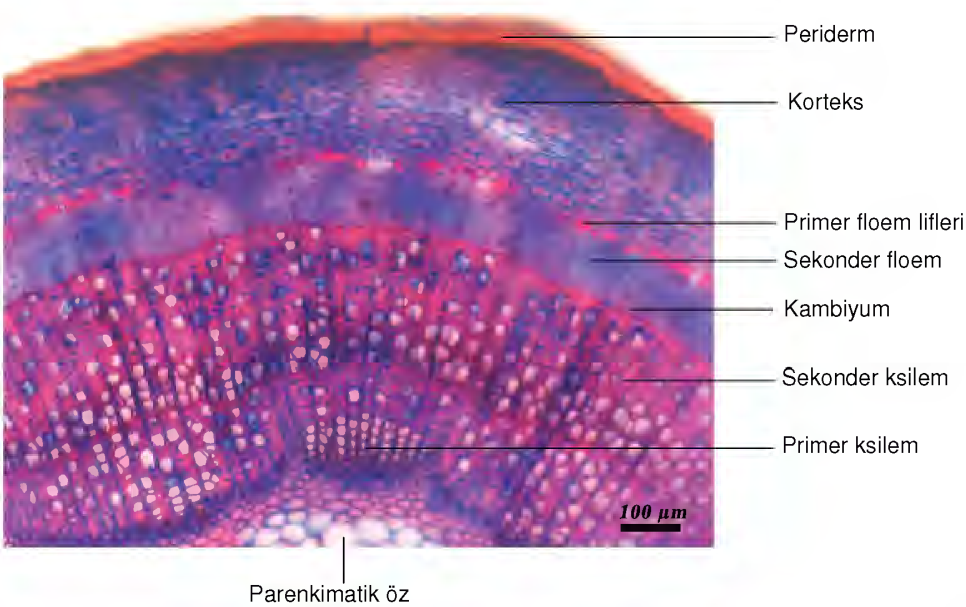
Gymnospermlerin reçine kanallarına benzer olarak interselular kanallar dikotillerde de meydana gelir. Bu kanallar hem vertikal hem de horizontal sistemlerin aralarında bulunabilir.

Sekonder ksilemde, büyüme halkalarındaki trakelerin düzeni odunların sınıflama ve tanımlanmasında rol oynar.

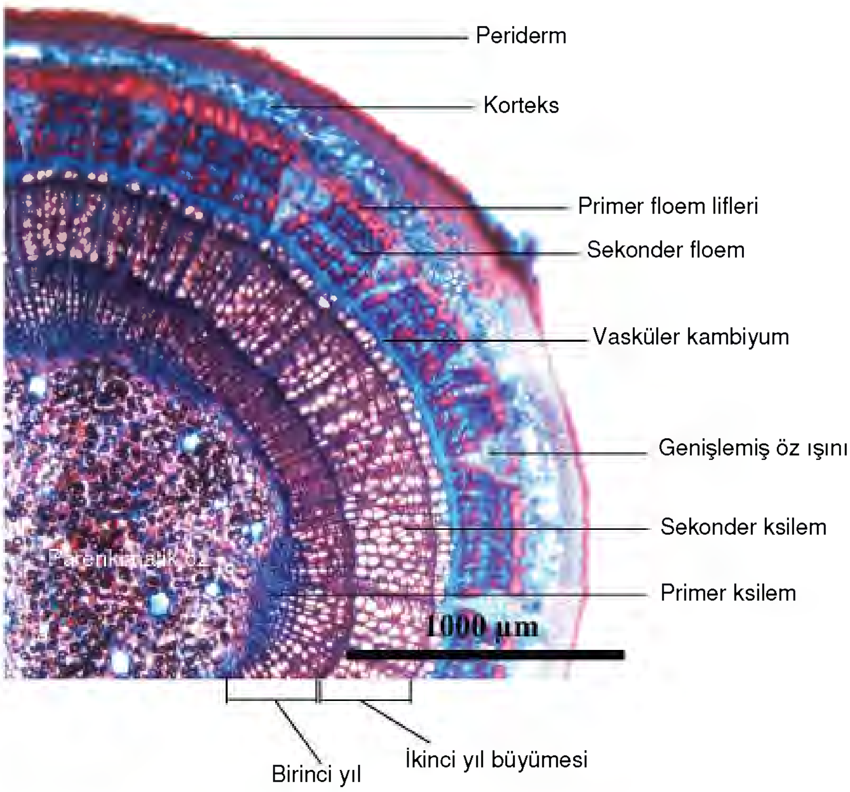
Dağınık delikli odunda, yaklaşık aynı çaptaki trakeler sene halkalarında eşit olarak dağılma gösterir. Düzgün delikli odunda ise trakeler farklı çaplara sahiptir. Sonbahar odununda daha çok ksilem lifleri bulunur.

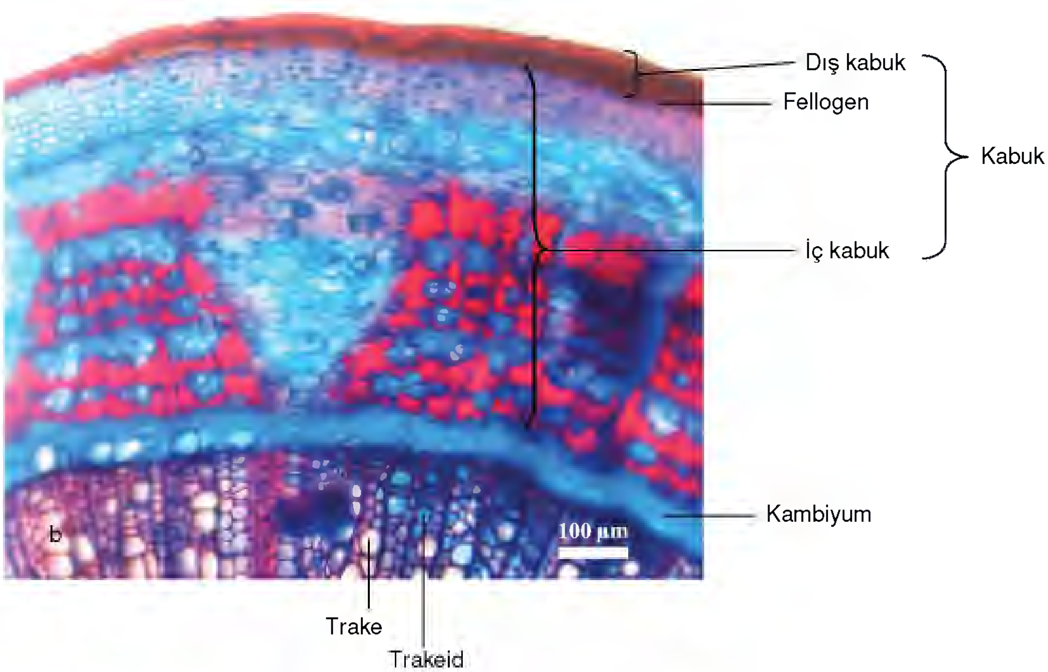



**Şekil 4.39.** Mürver (***Sambucus*** L.) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte sekonder gelişme.



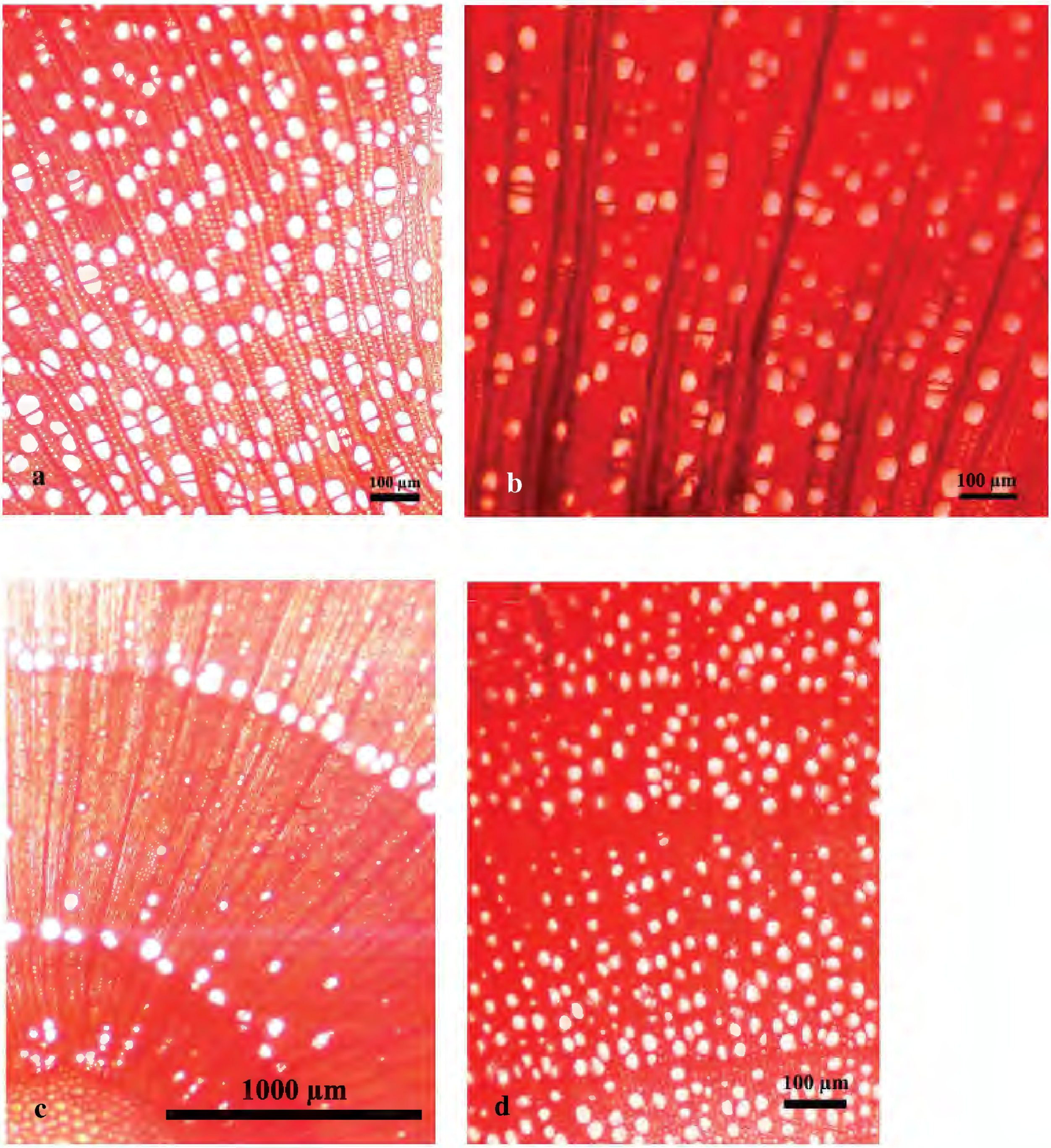

**Şekil 4.40.** Kartopu (***Viburnum*** L.) bitkisinin iki yaşındaki gövdesinden alınan enine kesitte sekonder gelişme.




**Şekil 4.41.** Ihlamur (***Tilia*** L.**)** bitkisinin iki yaşındaki gövdesinden alınan enine kesitte **a.** genel ve **b.** ayrıntılı görünüş.

### iii) Angiospermlerde trakelerin dağılımına göre dağınık delikli odun ve düzgün delikli odun




**Şekil 4.42.** Angiosperm odununun trakelerin dağılımına göre tipleri: **a.** Kavak **(*Populus*** L.**), b.** Akçaağaç **(*Acer*** L.**)**'ta dağınık delikli odun, **c.** Dişbudak **(*Fraxinus*** L.) ve **d.** Elma **(*Malus*** L.**)**'da düzgün delikli odun.

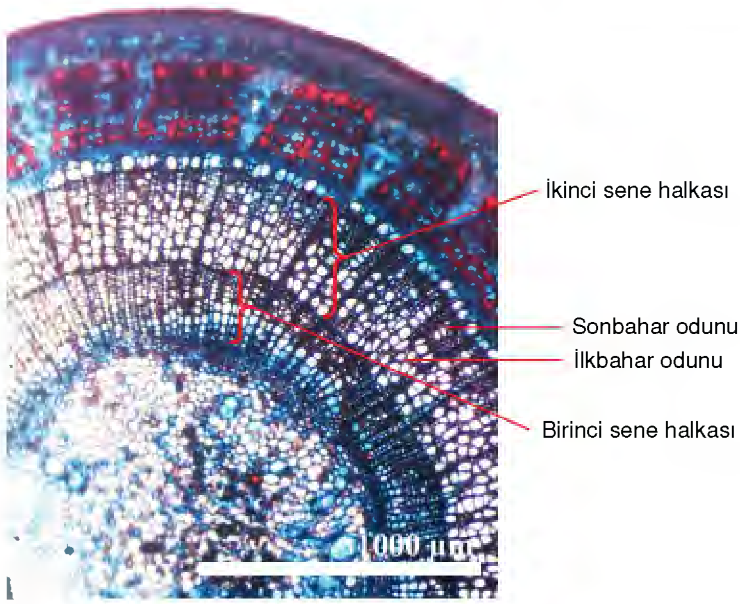
### iv) Sene halkaları ve dendrokronoloji

Ilıman iklim kuşağında, vaskuler kambiyum mevsimlere bağlı olarak periyodik aktivite gösterir ve büyüme halkaları oluşturur. Sekonder ksilemde kolayca gördüğümüz bu büyüme farklılığını sekonder floemde ayırt etmek her zaman kolay değildir.

Bir yıl halkasında, hücrelerin boyutları ve çeper özellikleri nedeni ile ilkbahar (erken odun) ve sonbahar odunu (geç odun) olmak üzere iki farklı odun dokusu ayırt edilmektedir. Bazen alınabilir su miktarı ve diğer çevresel faktörlerdeki ani değişimler hatalı büyüme halkalarının meydana gelmesine neden olabilmektedir.

Her bir büyüme halkasının genişliği ışık, sıcaklık, yağış, alınabilir su miktarı gibi çevresel faktörlerdeki değişimler ve büyüme mevsiminin uzunluğunun bir fonksiyonu olarak yıldan yıla farklılıklar gösterebilmektedir.

Dendrokronoloji odunda büyüme halkalarını inceleyen bir bilim dalıdır. Ölü ve canlı ağaçlarda odun dokusu sene halkalarında tarihsel inceleme yapar. Dendrokronolojinin bir alt dalı olan dendroklimatoloji tarihlenmiş yaş halkalarından yararlanarak şimdiki ve geçmişteki iklim koşullarını incelemektedir. Bu bilim dalının diğer bir alt dalı olan dendroekoloji ise yaş halkalarını inceleyerek ekolojik ve çevresel problemlerin çözümüne katkıda bulunmaya çalışmaktadır.




**Şekil 4.43.** İki yıllık ıhlamur (***Tilia*** L.) bitkisi dalından alınan enine kesitte sene halkaları.



**Şekil 4.44.** On üç yıllık karaçam (***Pinus nigra*** Arnold) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte sene halkaları.

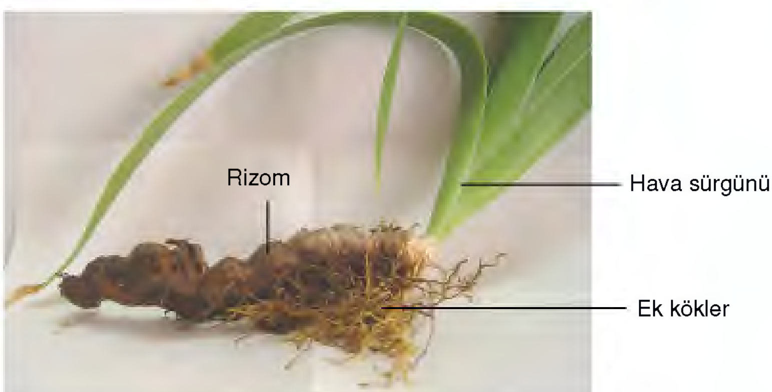


**Ağacın türü: Pinus nigra (Karaçam)**
**Orijin: Eskipazar-Kabaarmut**
**Serisi: Eskipazar , Serisi: 145**
**Doğum Yılı: 1638, Yaşı: 363**

**Şekil 4.45.** Üç yüz altmış üç yıllık karaçam (***Pinus nigra*** Arnold) bitkisinin gövdesinden alınan enine kesitte sene halkaları (Fotoğraf, Orman Bakanlığı-Orman Araştırma Genel Müdürlüğü'nde çekilmiştir).

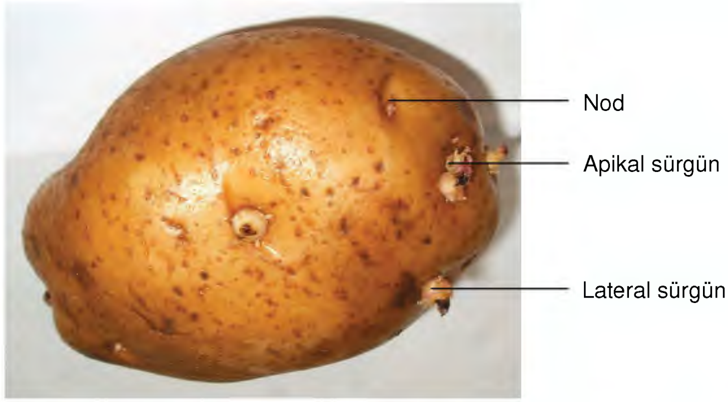
### f) Gövde metamorfozları

### Rizom gövde



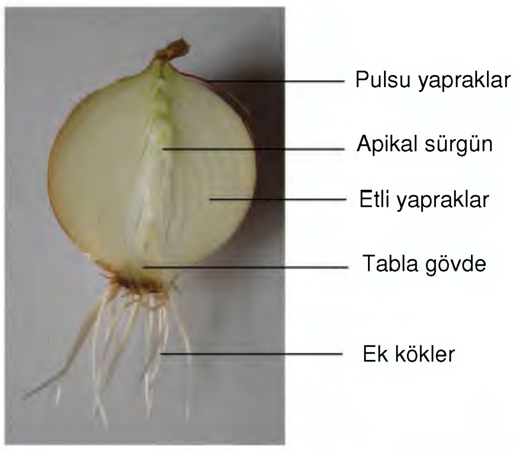

**Şekil 4.46.** Süsen (***Iris*** **L.**) bitkisinde rizom gövde.

### Tuber gövde (yumru gövde)



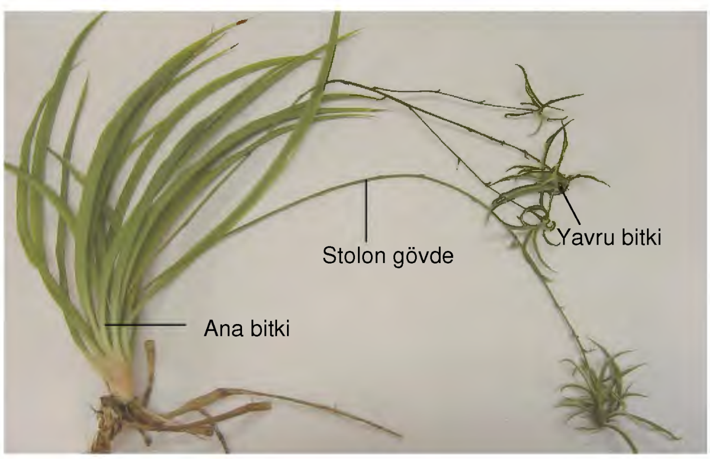

**Şekil 4.47.** Patates **(*Solanum tuberosum* L.)** bitkisinde yumru gövde.

### Bulb gövde (soğan gövde)



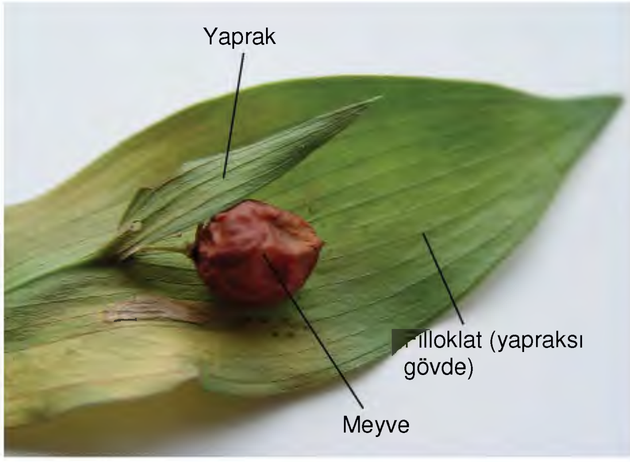

**Şekil 4.48.** Soğan **(*Allium cepa* L.)** bitkisinde bulb gövde (tabla şeklinde gövde, ek kökler, etli ve pulsu yapraklar).

### Stolon gövde (sürünücü gövde)

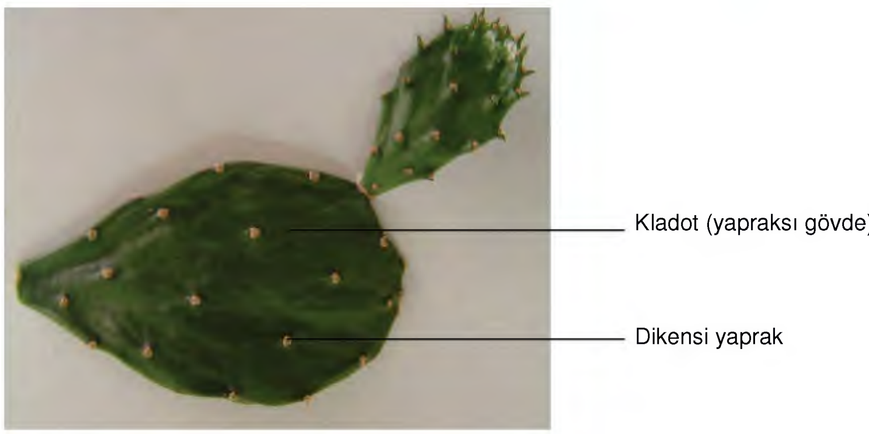



**Şekil 4.49.** Kordela **(*Chlorophytum* CV.)** bitkisinde stolon (sürünücü) gövde.

**Yapraksı gövde (asimilatif gövde)**

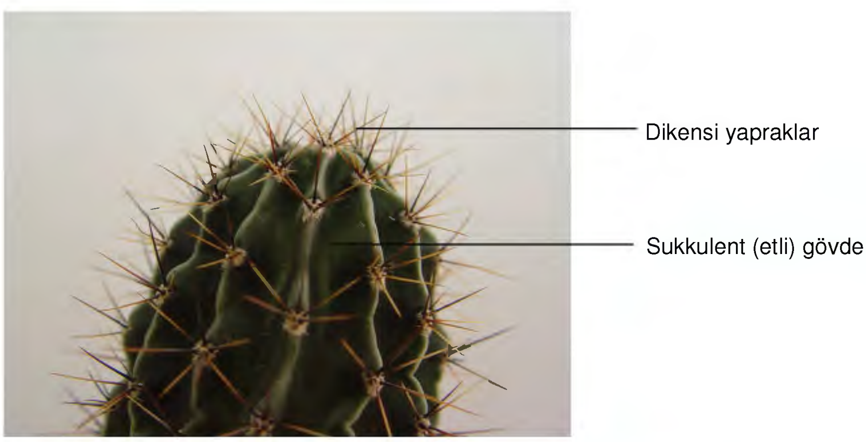



**Şekil 4.50.** Tavşanmemesi/Herdemtaze **(*Ruscus* L.)** bitkisinde kısa sürgünden meydana gelmiş filloklat.



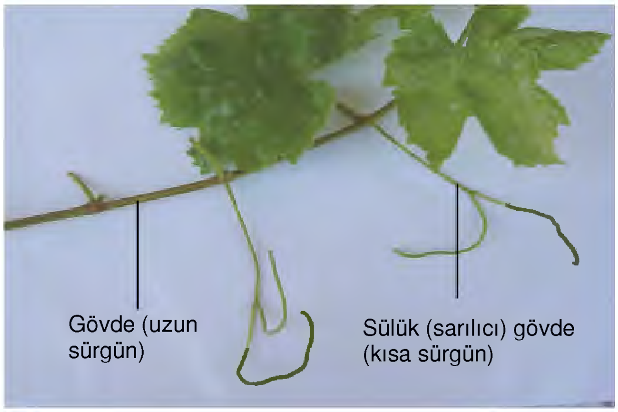

**Şekil 4.51.** Kaynanadili **(*Opuntia* Mill.)** bitkisinde uzun sürgünden meydana gelmiş kladot.

**Sukkulent gövde (etli gövde)**




**Şekil 4.52.** Kaktüs **(*Echinopsis* L. )** bitkisinde sukkulent (etli) gövde.

### Sülük gövde (sarılıcı gövde)




**Şekil 4.53.** Asma **(*Vitis*** L.**)** bitkisinde kısa sürgünden meydana gelmiş sülük (sarılıcı) gövde.

### Dikensi gövde




**Şekil 4.54.** Japon ayvası **(*Cydonia japonica*** L.**)** bitkisinde dikensi gövde.

### Korm gövde (sert soğan gövde)







**Şekil 4.55.** Çiğdem **(*Crocus*** L.**)** bitkisi: **a.** bitkinin genel görünüşü ve **b.** korm (sert soğan) gövdesi.

## 4.3. Yaprak

Yaprak gövdenin yanal bir organıdır ve gövde ile birlikte sürgünü oluşturur. Yaprakların asıl görevi fotosentez yapmak ve terlemeyi (transpirasyon) sağlamak olduğundan buna uygun olarak morfolojik bir özellik kazanmıştır. Gelişmiş tipik bir kapalı tohumlu bitki yaprağı, aya (lamina), yaprak sapı (petiyol) ve yaprak tabanından (bazis) oluşmuştur. Bazı yaprakların tabanında kulakçık (stipula) bulunur.

**Yaprakların şekil ve yapısı:** Yapraklar şekil, büyüklük, kenarlarının yapısı, damarlanma sistemi ve diğer özellikleri yönünden çok çeşitlilik gösterirler. Bitkiler aleminde çok küçük pul veya iğne şeklinde yapraklara rastlandığı gibi bazı bitkilerde ise birkaç metre uzunluğunda yapraklara da rastlanabilmektedir (Bazı Arecaceae familyası bireylerinde görüldüğü gibi).

**Yaprak ayası (lamina):** Yaprağın yassılaşmış, oldukça genişlemiş, ince ve yeşil kısmıdır. Tipik bir Angiosperm yaprağından enine kesit alındığında, epidermis (koruyucu doku), mezofil (yaprak temel dokusu) ve iletim doku (damarlar) olmak üzere üç ayrı doku çeşidinin bulunduğu görülür.

Epidermis, yaprak ayasını alt ve üstten olmak üzere tamamen örtmektedir. Angiospermlerin yaprak epidermisleri tabaka sayısı, şekli, yapısı, stomaların düzenlenişi, trikom ve özelleşmiş hücrelerin varlığı bakımından değişiklikler göstermektedir. Bazı yapraklarda çok tabakalı epidermise rastlamak mümkündür. Bu tip yapraklarda epidermis altındaki hücreler geniş, ince çeperli ve renksizdir, su depolama işlevi görürler. Kara bitkilerinde yaprak epidermisi hücrelerinde kloroplast bulunmazken, su bitkilerinin epidermis hücrelerinde bol miktarda kloroplast bulunmaktadır. Yaprak epidermis hücrelerinin dışa bakan çeperlerinde kutin varlığı belirgin bir özelliktir. Epidermal çeperler mezomorfik ve higromorfik bitkilerde ince, kseromorfik bitkilerde ise daha kalındır.

Mezofil, alt ve üst epidermis arasında bulunan, ince çeperli, bol kloroplast içeren hücrelerden meydana gelen parenkima dokusudur. Mezomorfik tipteki dikotillerde mezofil dokusu, palizat ve sünger parenkiması olmak üzere iki farklı tabakadan oluşmaktadır. Palizat parenkiması hücreleri, uzamış, silindir şeklindedir ve genellikle üst epidermisin altında yer almaktadır. Palizat parenkiması bir hücre tabakasından oluşabildiği gibi bazen çok sıralı hücre tabakasından da oluşabilmektedir. Ilıman bölgelerdeki mezomorfik bitkilerde palizat parenkiması üst epidermisin altında bulunurken, kseromorfik bitkilerde palizat parenkiması yaprağın her iki tarafında da bulunmaktadır. Bu durumda sünger parenkiması ya çok indirgenmiştir ya da hiç yoktur. Sünger parenkiması genellikle yaprağın alt tarafında bulunur. Değişik şekillere sahip hemen hemen izodiyametrik ya da palizat hücrelerinde olduğu gibi uzamış, yanal uzantılarla birbirleriyle ilişkili gevşek bir parenkima dokusudur.

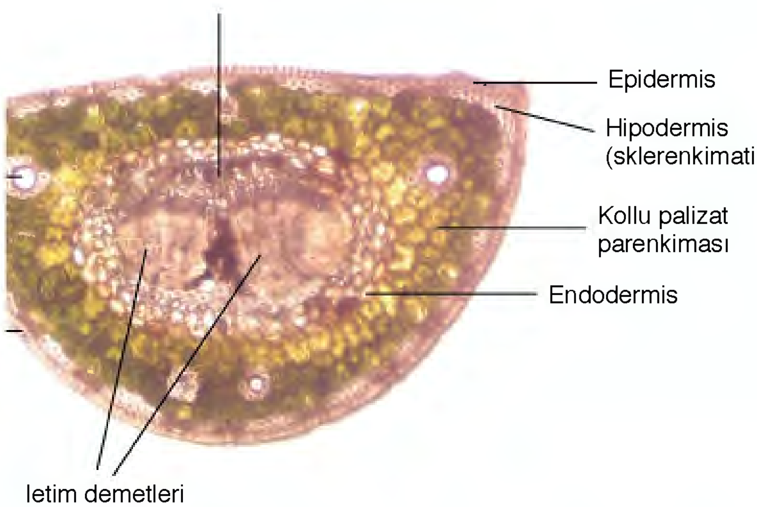
İletim dokusu ve damarlanma, gövdeden ayrılan iletim doku demetleri yaprak sapı aracılığı ile yaprak ayasına gelir ve burada çeşitli şekillerde dağılarak damarlanmayı meydana getirir. Bu dokunun görevi kökten gelen su ve suda erimiş mineral maddeleri yaprak doku hücrelerine, fotosentez sonucu oluşan organik

bileşikleri diğer organlara iletmektir. İletim dokunun yaprak ayasında dağılış şekli yani damarlanma değişik bitki gruplarında farklılık göstermektedir. Monokotil bitkilerin yapraklarında genel olarak paralel, dikotil bitkilerin yapraklarında ise ağsı bir damarlanma (pinnat veya palmat damarlanma) görülmektedir. Bazı bitkilerde ise *Ginkgo biloba* L.'da olduğu gibi çatalsı (dikotom) bir damarlanma şekline rastlanmaktadır.

**Yaprak sapı (petiyol):** Yaprak sapının yapısı gövdenin yapısına benzer, görevi yaprak ayasını gövdeden uzak tutmak ve yaprak ayasının ışıktan en verimli şekilde yararlanmasını sağlamaktır. Bazı bitkilerin yaprak ayaları, yaprak sapı olmaksızın doğrudan gövdeden çıkabilir. Böyle yapraklara sapsız ya da **sesil yaprak** adı verilmektedir.

**Yaprak tabanı (bazis):** Yaprağın gövde ve dallara bağlandığı, yaprak sapının biraz genişlemesiyle oluşan yassılaşmış kısmıdır. Yaprak tabanı bu yapısıyla, koltuğunda bulunan tomurcukları korumak amacıyla genişlemiş ise **yaprak kını** veya **vagina** adını almaktadır. Buğdaygiller familyası bireylerinde yaprak kını gövdeyi bir tarafı açık olarak sıkı bir şekilde sarar ve nodyumdaki meristematik dokuyu iyi bir şekilde korur. Yaprak ayası ile kının birleştiği yerde oluşan yaka şeklindeki yapıya yakacık, dilcik ya da **ligula** adı verilmektedir. Karabuğdaygiller (**Polygonaceae**) ve Maydanozgiller (**Apiaceae**) familyası bireylerinde yaprak kınına **okrea** denilmektedir.

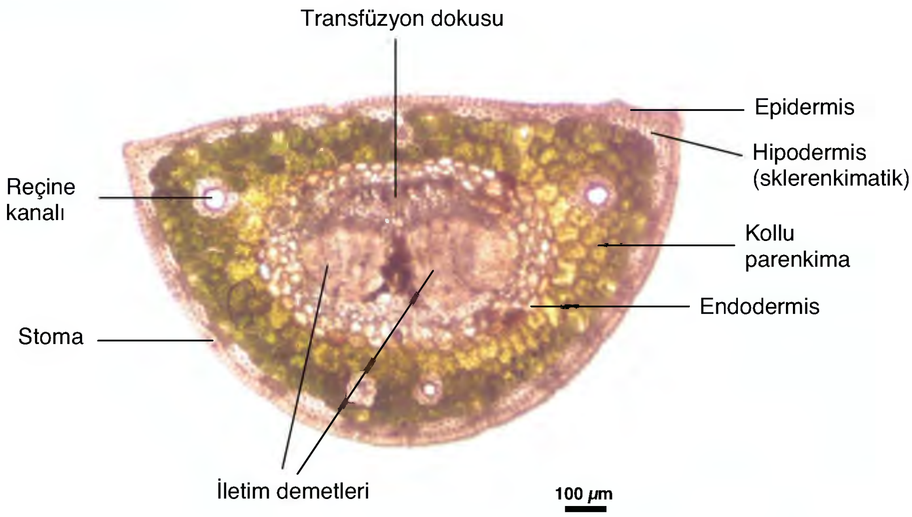
**a) Yaprağın genel yapısı**




**Şekil 4.56.** Huş ağacı (***Betula*** L.) bitkisi yaprağının genel görünüşü ve kısımları.

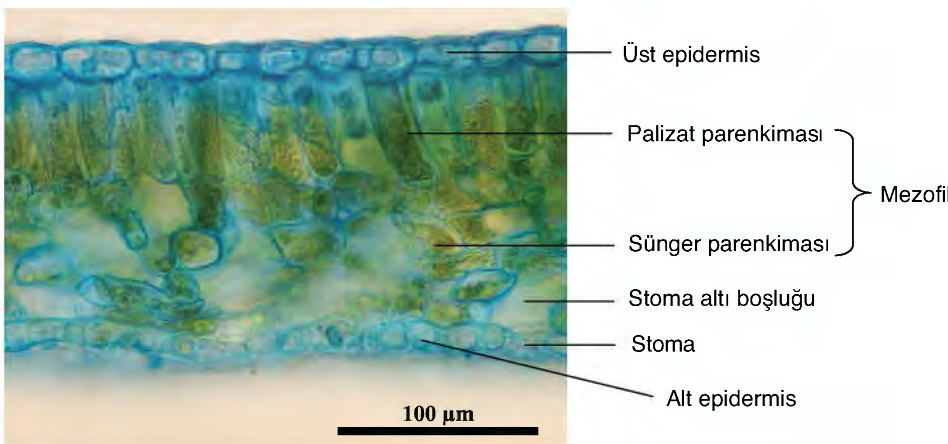
### b) Yaprak anatomisi

#### i) Gymnosperm bitki yaprağı

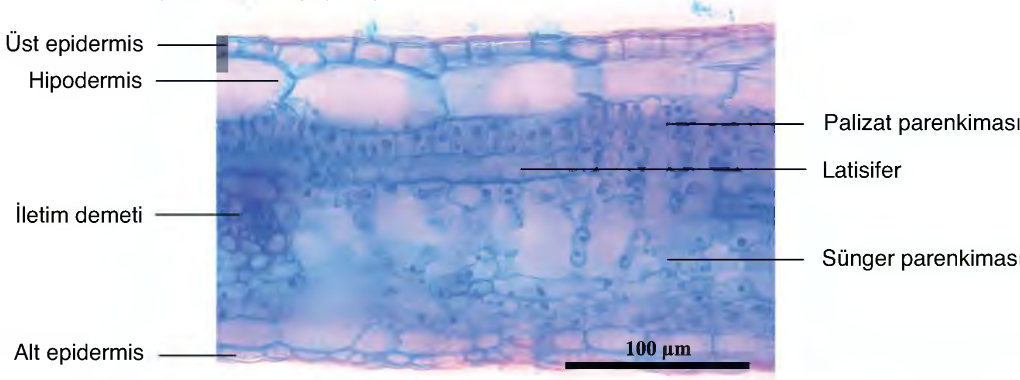



**Şekil 4.57.** Karaçam (***Pinus nigra*** Arnold**)** bitkisinin yaprağından alınan enine kesitte kısımları.

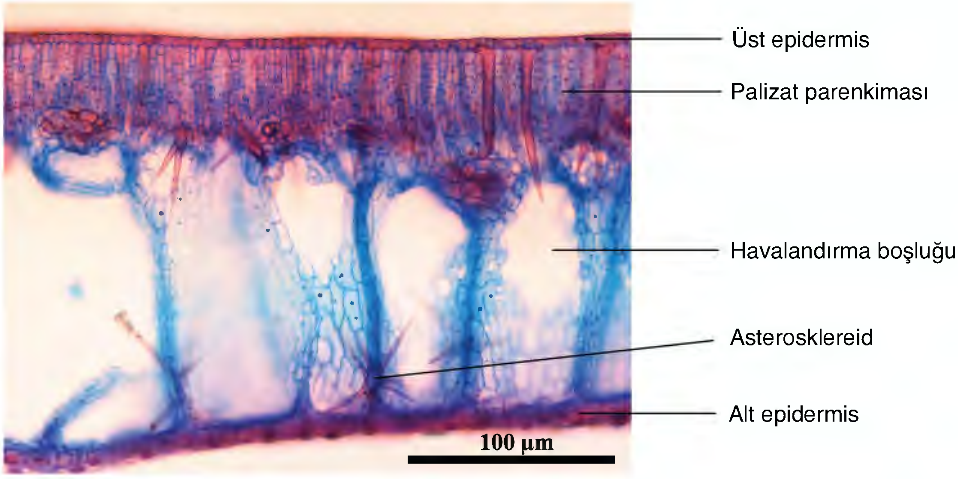
#### ii) Dikotil bitki yaprağı



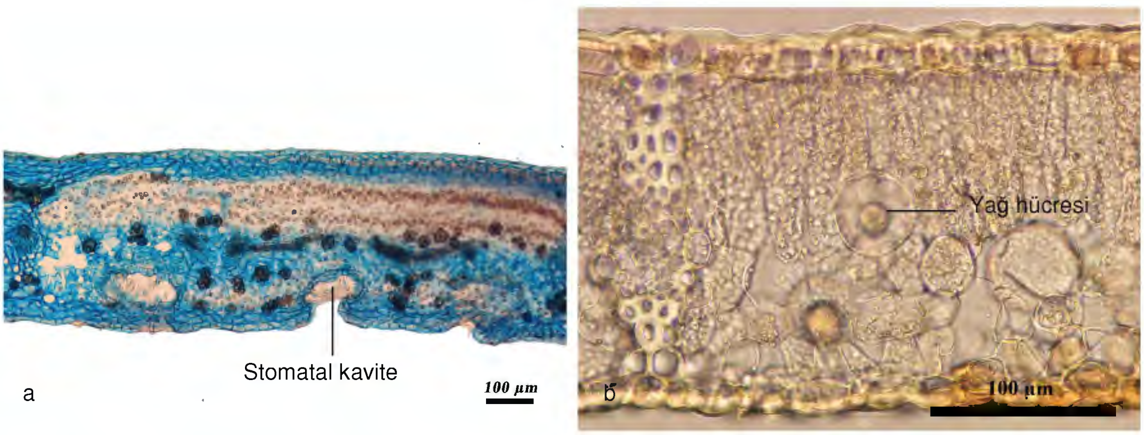

**Şekil 4.58.** Kurtbağrı **(*Ligustrum*** L.**)** bitkisi yaprağından alınan enine kesitte kısımları (dorsiventral yaprak).




**Şekil 4.59.** Benjamin **(*Ficus benjamina*** L.**)** yaprağından enine kesit (dorsiventral yaprak).

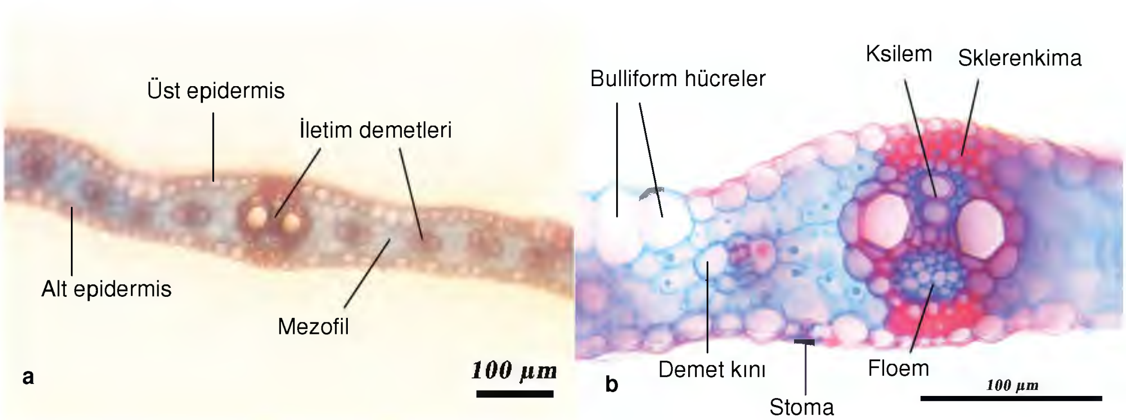



**Şekil 4.60.** Nilüfer (***Nymphaea*** L.) yaprağından enine kesit (dorsiventral yaprak).

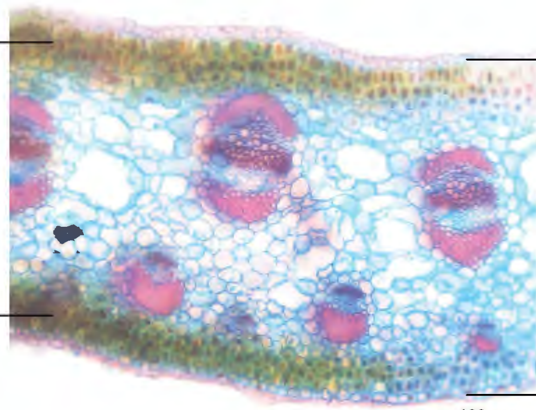



**Şekil 4. 61. a.** Zakkum (***Nerium oleander*** L.) ve **b.** Zeytin (***Olea europea*** L.) bitkilerinin yapraklarından alınan enine kesit (dorsiventral yaprak).

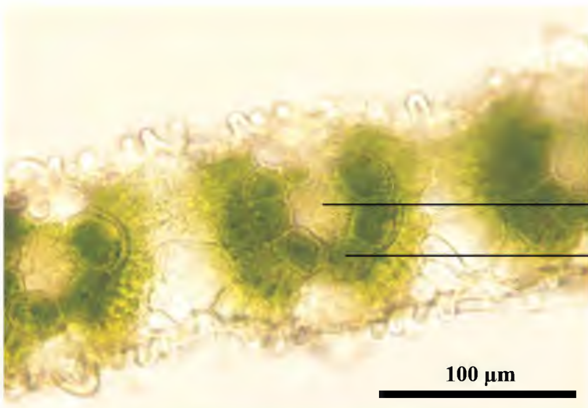
### iii) Monokotil bitki yaprağı




**Şekil 4.62.** Mısır (***Zea mays*** L.) yaprağından enine kesit: **a.** genel ve **b.** ayrıntılı görünüş.




**Şekil 4.63.** Avize ağacı (***Yucca*** L.**)** yaprağından enine kesit (izolateral yaprak).




**Şekil 4.64.** Ayrıkotu (***Cynodon dactylon*** (L.) Pers.**)** yaprağından enine kesit ($C_4$ bitkisi).

**c) Yaprağın dış morfolojisi**

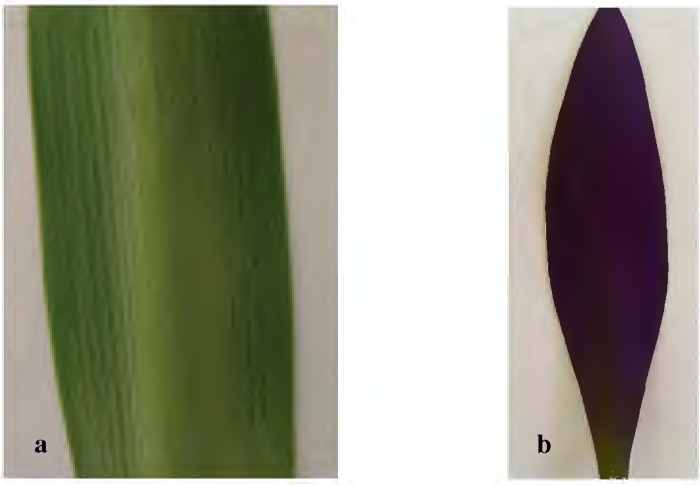
**i) Damarlanma tipine göre yapraklar**

**Basit damarlanma**



**Şekil 4.65.** Karaçam (***Pinus nigra*** Arnold**)** bitkisi yaprağında basit damarlanma.

### Paralel damarlanma




**Şekil 4.66.** **a.** Süsen (***Iris*** L.) ve **b.** Mor telgrafçiçeği (***Setcreasea purpurea*** Boom) bitkilerinin yapraklarında paralel damarlanma.

### Ağsı damarlanma



**Şekil 4.67.** Ihlamur (***Tilia*** L.) bitkisi yaprağında ağsı damarlanma.

### Çatalsı damarlanma



**Şekil 4.68.** Mabet ağacı (***Ginkgo biloba*** L.) yaprağında çatalsı damarlanma.

### ii) Lamina bütünlüğüne göre yapraklar

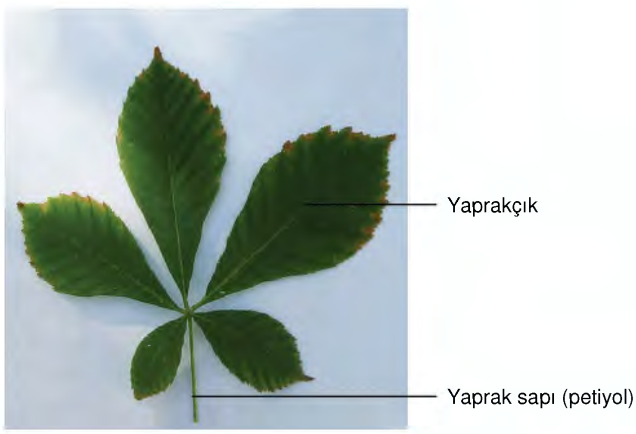
**Basit yaprak**



**Şekil 4.69.** Duvar sarmaşığı (***Hedera helix*** L.) bitkisinde basit yaprak.

**Bileşik yaprak**

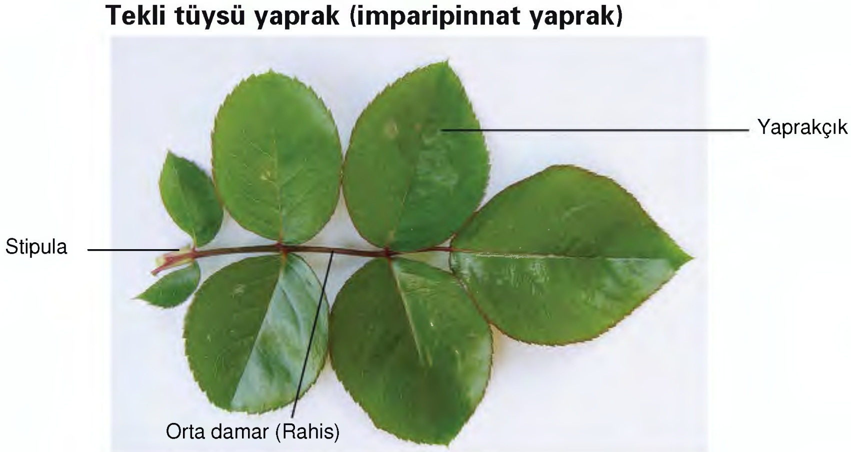
**- Elsi yaprak (palmat yaprak)**




**Şekil 4.70.** At kestanesi (***Aesculus hippocastanum*** L.) bitkisinde elsi (palmat) yaprak.

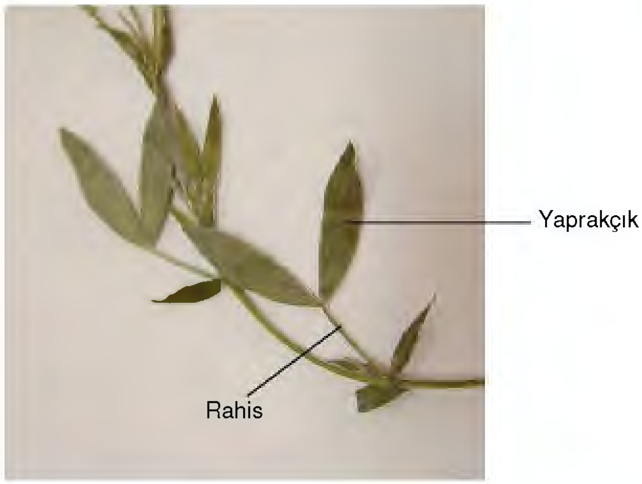
**-Pinnat yaprak**

**Tekli tüysü yaprak (imparipinnat yaprak)**



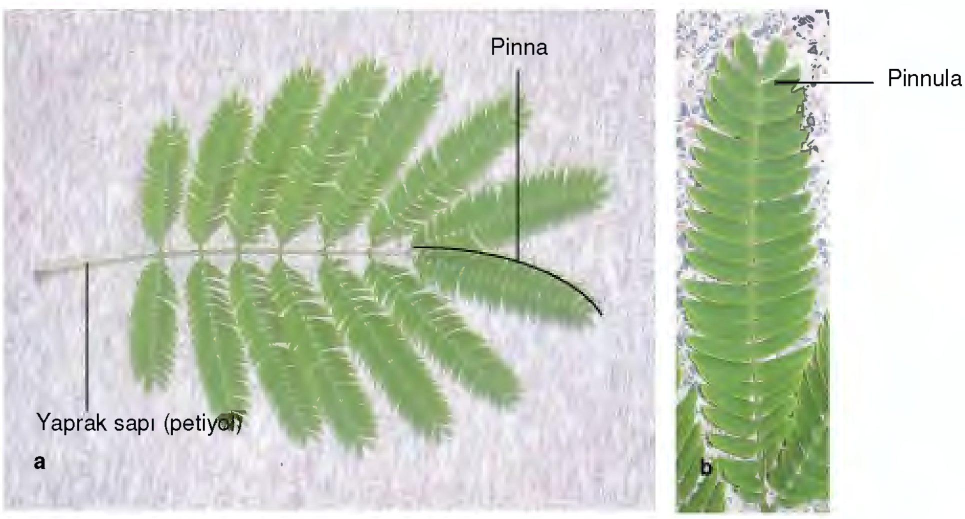

**Şekil 4.71.** Gül (***Rosa*** L.) bitkisinde tekli tüysü (imparipinnat) yaprak.

**Çift tüysü yaprak (paripinnat yaprak)**



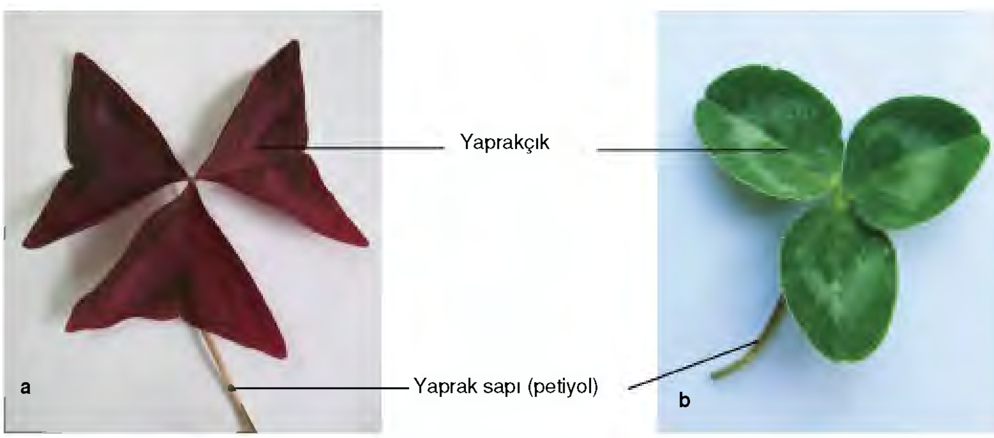

**Şekil 4.72.** Mürdümük (***Lathyrus*** L.) bitkisinde çift tüysü (paripinnat) yaprak.

**Bipinnat yaprak**



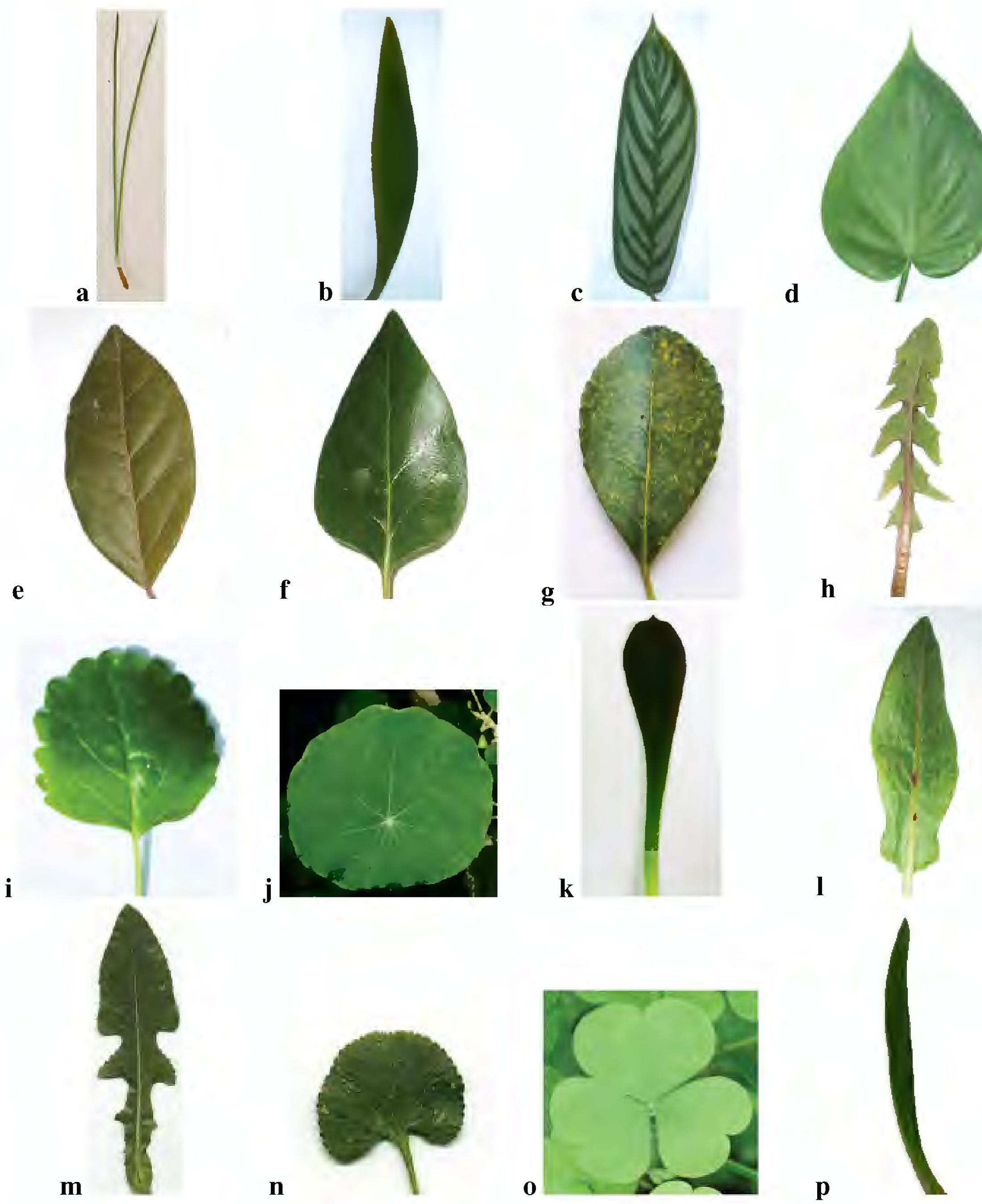

**Şekil 4.73.** Gülibrişim (***Albizzia julibrissin*** Durazz.) bitkisinde bipinnat yaprak.

**-Trifoliat yaprak**



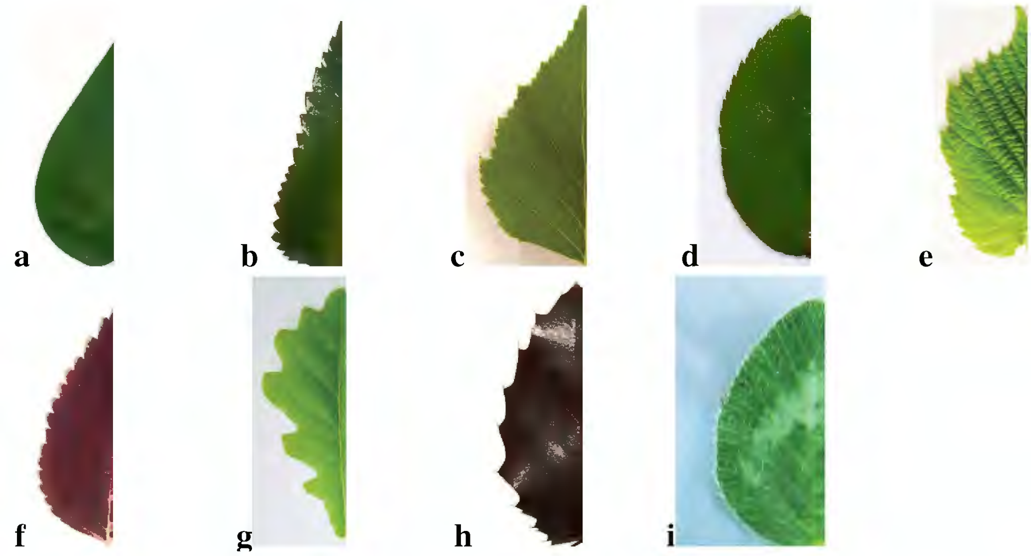

**Şekil 4. 74. a.** Ekşi yonca (***Oxalis*** L.) ve **b.** Üçgül (***Trifolium*** L.) bitkilerinde trifoliat yaprak.

### iii) Lamina şekillerine göre yapraklar



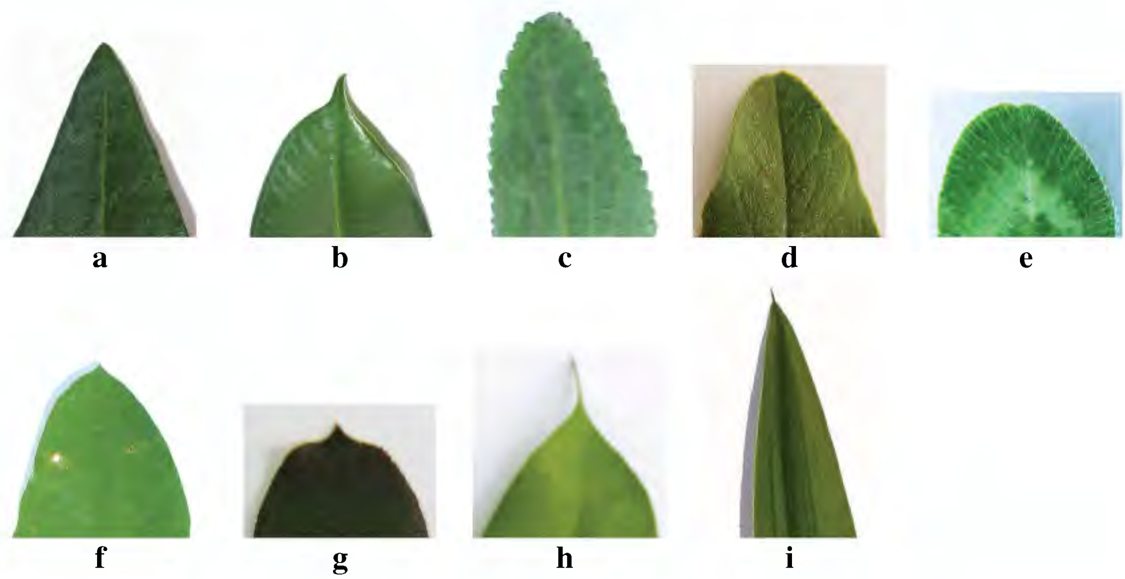

**Şekil 4.75.** Lamina şekillerine göre yapraklar: **a.** iğnemsi (asicularis), **b.** mızraksı (lanceolatus), **c.** dikdörtgen (oblongus), **d.** yüreksi (cordiformis), **e.** eliptik (ellipticus), **f.** yumurtamsı (ovatus), **g.** ters yumurtamsı (obovatus), **h.** kancalı (runcinatus), **i.** dairemsi (rotundus), **j.** kalkansı (peltatus), **k.** spatül şeklinde (spathulatus), **l.** kemansı (panduratus), **m.** lir şeklinde (lyratus), **n.** böbreksi (reniformis), **o.** ters yüreksi (obcordate) ve **p.** şeritsi (linear).

### iv) Kenar özelliklerine göre yapraklar



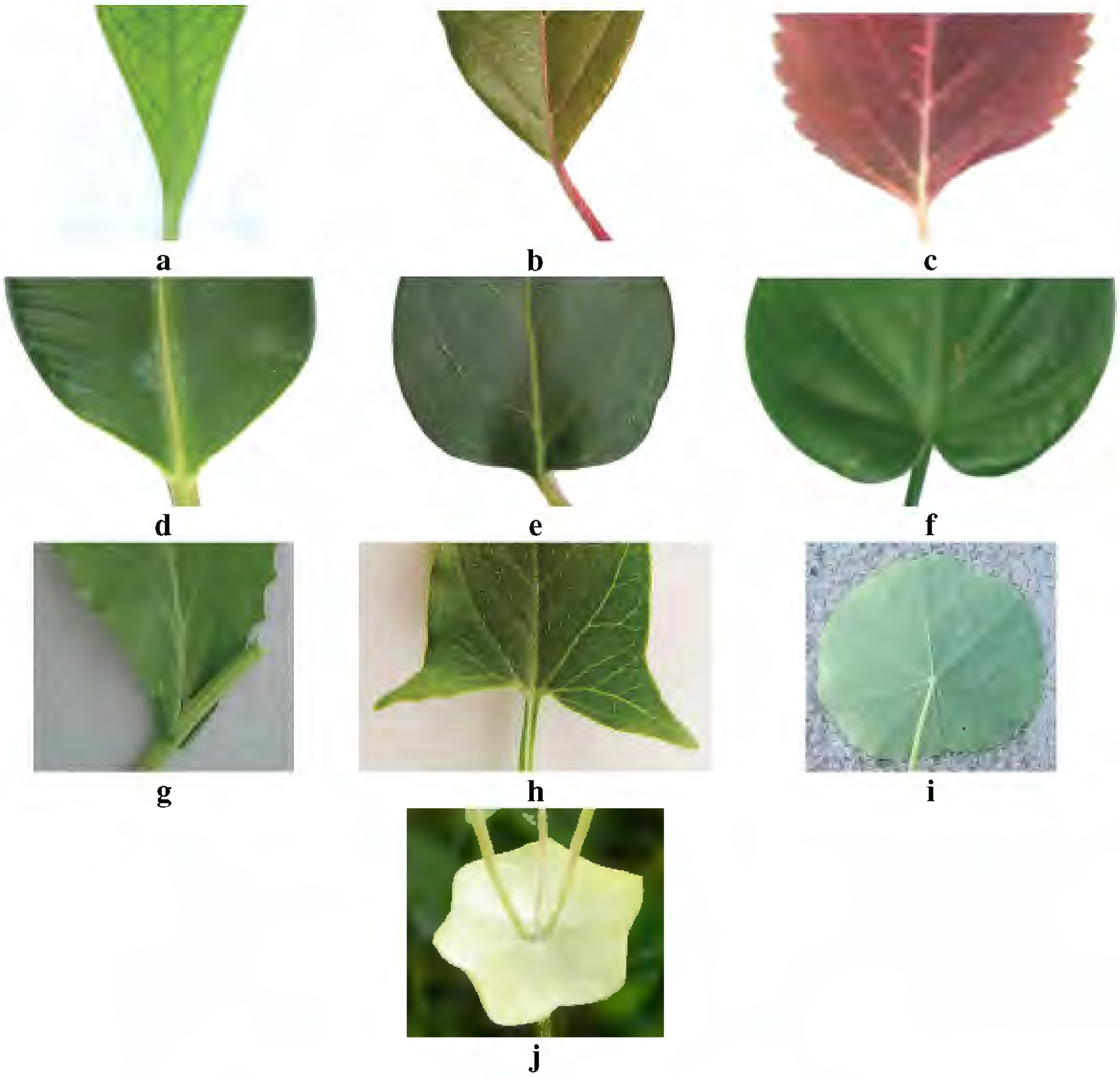

**Şekil 4.76.** Kenar özelliklerine göre yapraklar: **a.** düz/tam kenarlı (entire) **b.** dişli (dentate), **c.** çifte dişli (double-dentate), **d.** testere dişli (serrate), **e.** çifte testere dişli (double-serrate), **f.** oymalı kenarlı (crenate), **g.** oyuklu kenarlı (cuspidatus), **h.** dikenli kenarlı (spinose) ve **i.** kirpikli kenarlı (cilliate).

### v) Uç özelliklerine göre yapraklar




**Şekil 4.77.** Uç özelliklerine göre yapraklar: **a.** sivri uçlu (acutus) **b.** uzun sivri uçlu (acuminatus), **c.** küt uçlu (obtusus), **d.** kesik uçlu (truncatus), **e.** çentikli (emerginatus), **f.** sert sivri uçlu (mucronatus), **g.** dişli (cuspidatus), **h.** kuyruklu (caudatus) ve **i.** kılçıklı (aristatus).

### vi) Taban özelliklerine göre yapraklar




**Şekil 4.78.** Taban özelliklerine göre yapraklar: **a.** dar uzun tabanlı (attenuatus) **b.** kamamsı (cuneatus), **c.** bakışımsız tabanlı (obliquus), **d.** küt tabanlı (obtusus), **e.** kesik tabanlı (truncatus), **f.** yüreksi (cordatus), **g.** kulakçıklı (auriculatus), **h.** zıpkınsı (hastatus), **i.** kalkansı (peltatus) ve **j.** birleşik tabanlı (connatus).

## d) Yaprak dizilişleri

Yaprakların tipik özelliklerinden biride gövde üzerinde bir düzen takip ederek dizilmiş olmalarıdır.
Yaprak dizilişi esas olarak iki kısma ayrılır.

### i) Dairesel veya çevrel diziliş

Bir nodta birden fazla yaprak bulunan dizilişe dairesel veya çevrel diziliş denir. Bu tip dizilişte iki kural önemlidir.

**-Ekvidistans kuralı:** Aynı düğümde yan yana bulunan yapraklar arasındaki mesafe bir birine eşittir. Bu mesafeye **divergens** denir. Dairenin

kesirleri olarak ifade edilir. Yapraklar arasındaki belirli ve sabit açıya **divergens açısı** denir. Bir düğümde iki yaprak varsa D=1/2, Divergens Açısı 180° dir. Üç yaprak varsa D=1/3, Divergens Açısı 120° dir.

**-Alternans kuralı:** Bir birini takip eden düğümlerdeki yapraklar, bir üst veya bir alt düğümdeki yaprakların arasına rastlayacak tarzda yer alırlar.

Gövde üzerinde boyuna aynı hizada bulunan yaprak sıralarına **ortostik** denir.

**Karşılıklı çapraz (dekussat) yaprak dizilişi**

D= 1/2 Divergens açısı= 180° Ortostik= 4

Örnek: Leylak (*Syringa* L.), Zeytin (*Olea* L.)



**Şekil 4.79.** Kurtbağrı (***Ligustrum*** L.) bitkisinde karşılıklı çapraz (dekussat) yaprak dizilişi.

**Üçlü dairesel (vertisillat) yaprak dizilişi**

D= 1/3 Divergens açısı= 120° Ortostik= 6

Örnek: Zakkum (*Nerium* L.), Ardıç (*Juniperus* L.)

Bu tip dizilişte divergens, divergens açısının 360'a bölümü ile bulunur. Ortostik sayısı paydanın iki katıdır.




**Şekil 4.80.** Vertisillat (dairesel) yaprak dizilişi: **a.** Zakkum (***Nerium oleander*** L.)'da üçlü dairesel ve **b.** Yoğurtotu (***Galium*** L.)'nda çoklu dairesel yaprak dizilişi.

#### ii) Sarmal (alternat) yaprak dizilişi

Her nodta bir yaprak bulunur ve yapraklar eksen etrafında sarmal bir çizgi meydana getirecek tarzda yer alır. Ekvidistans kuralı bu diziliş içinde geçerlidir.

Divergens kesrinin paydası, herhangi bir yapraktan sarmal izleyerek aynı hizada bulunan diğer yaprağa gelinceye kadar rastlanan yaprak sayısı, pay ise bu sırada sarmal çizginin kaç defa dönüm yaptığıdır.

Ortostik sayısı sarmal dizilişte paydaya eşittir.

**İki sıralı sarmal (distik) yaprak dizilişi**

D= 1/2 Divergens açısı= 180° Ortostik= 2 Örnek: Poaceae (Buğdaygiller)



**Şekil 4.81.** Arpa (***Hordeum*** L.) bitkisinde ikili sarmal (distik) yaprak dizilişi.

**2/5 sarmal (spiral) diziliş**

D= 2/5 Divergens açısı= 144° Ortostik= 5

Örnek: Fındık (*Corylus* L.), Defne (*Laurus* L.), Gül (*Rosa* L.)

Divergensler 1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13 gibi matematiksel bir düzen takip eder.



**Şekil 4.82.** Salkımsöğüt (***Salix babylonica*** L.) bitkisinde sarmal (alternat) yaprak dizilişi.

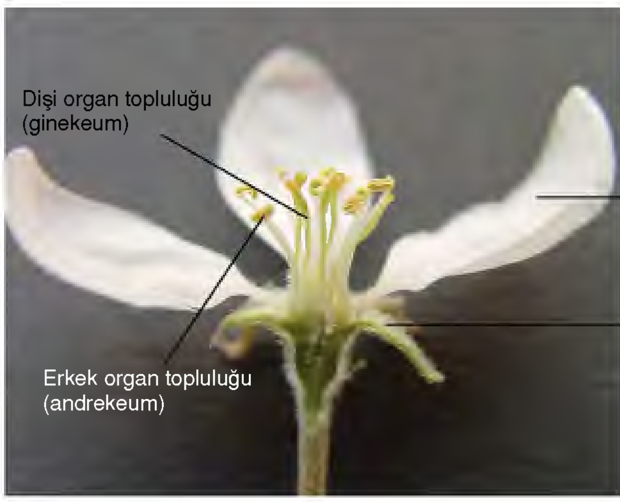
### e) Yaprak metamorfozları

#### Koruyucu yapraklar (tomurcuk pulları)




**Şekil 4.83.** Atkestanesi (***Aesculus hippocastanum*** L.) bitkisinde koruyucu (tomurcuk pulları) yapraklar.

#### Çiçek yaprakları




**Şekil 4.84.** Angiospermlerin çiçek parçaları olan çanak yapraklar, taç yapraklar, erkek ve dişi organlar yaprak metamorfozlarıdır.

#### Etli (sukkulent) yaprak



**Şekil 4.85.** Damkoruğu (***Sedum*** L.) bitkisinde etli (sukkulent) yapraklar.

**Etli depo yaprak**



**Şekil 4.86.** Soğan **(*Allium cepa*** L.**)** bitkisinde etli depo yapraklar.

**Diken yaprak**



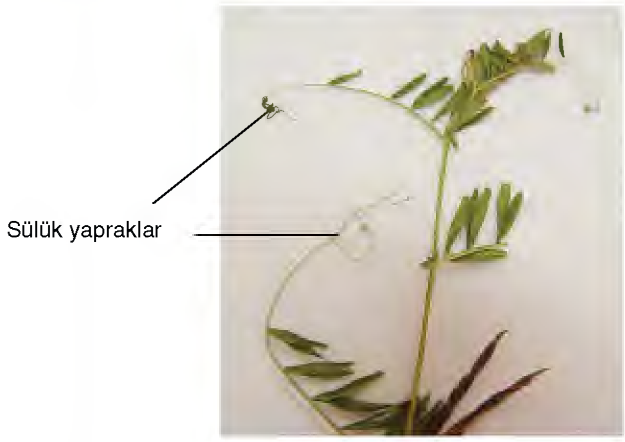
**Şekil 4.87.** Kaktüs **(*Echinopsis*** L.**)** bitkisinde diken yapraklar.

**Üretken yaprak**



**Şekil 4.88.** Aşkın gözyaşları **(a. *Bryophyllum tubiflorum*** Harv. ve **b. *Bryophyllum daigremontianum*** (R. Hamet and Perr.) Berg.**)** bitkilerinde üretken yapraklar.

### Sülük yaprak




**Şekil 4.89.** Fiğ (***Vicia sativa*** L.) bitkisinde sülük yapraklar.

### Böcekçil bitkilerin yaprakları




**Şekil 4.90. a.** Venüs sinek kapanı (***Dionaea muscipula*** Ellis)'nda kapan şeklinde, **b.** Güneş gülü (***Drosera*** L.)'nde enzim içeren salgı tüyleriyle örtülü ve **c.** Sürahi otu (***Sarracenia hybride*** L.)'nda ibrik şeklindeki böcek yakalayan yapraklar.

Bölüm 5



# GENERATİF ORGANLAR

# 5. ÇİÇEK, MEYVE, TOHUM VE EMBRİYO

## 5.1. Çiçek

Çiçek, tohumlu bitkilerin üreme organıdır. Çiçek ve kısımlarını veren meristem, apikal uçta bulunduğu gibi yan dal uçlarında da bulunur. Bu meristemlerin vegetatif meristemlerden iç ve dış faktörlerin etkisiyle ayrıldığı ve çiçek primordiyumlarını oluşturduğu kabul edilir. Büyümesi sınırlı olduğu için kısa sürgün olarak bilinir. Çiçeği oluşturan parçalar aslında yaprak metamorfozudur. Üreme amacına uygun olarak morfolojik değişime uğramış yapraklardır. Bu yapraklar, kısa sürgünde internodyumları çok kısa olacak şekilde, genellikle dairesel olarak dizilmiştir.

Açık tohumlu bitkilerde üreme organları kozalaklardır. Son yıllarda, bu bitkilerde çiçek yerine **erkek (staminat) kozalak** ve **dişi (ovulat) kozalak** terimleri kullanılmaktadır.

**Tipik bir Angiosperm çiçeğinin kısımları:**

**Çiçek sapı (pedisel):** Çiçekler, kısa veya uzun bir çiçek sapı ucunda bulunur. Eğer

çiçek durumu söz konusu ise çiçek durumunu taşıyan sap **pedunkul** olarak adlandırılır. Çiçek sapları **brakte** adı verilen yaprağın koltuğundan çıkar. Çiçeğin diğer kısımları, pedunkul veya pediselin ucundaki tabla ya da koni şeklindeki **reseptakulum** üzerinde dizilmiş haldedir.

**Çiçek örtüsü (periant veya perigon):** En dışta bulunan koruyucu yapraklardır.

Eğer koruyucu bölüm iki tabaka içeriyorsa **periant** adını alır ve dıştaki tabakaya **kaliks**, her bir kaliks parçasına ise **sepal**, içteki tabakaya **korolla**, her bir korolla yaprağına da **petal** denir. Koruyucu örtü tek tabakadan ibaret ise **perigon** adını alır ve her bir yaprağına da **tepal** denir.

Örtü yaprakları serbest olursa **korisepal**, **koripetal** ve **koritepal** terimleri, örtü yaprakları birleşik olursa **sinsepal**, **sinpetal** ve **sintepal** terimleri kullanılır.

**Erkek organlar topluluğu (andrekeum):** Örtü yapraklardan sonra gelen halkada stamenler bulunur ve stamenler topluluğuna **andrekeum** denir. Stamenler de bir, iki veya daha fazla dairede dizilmiş olabilirler. Bir stamen **anter** ve **flament** kısımlarına sahiptir. Başçık (**anter**) iki **teka**dan oluşur. Bu iki teka, **konnektif dokusu** ile birbirlerine bağlanırlar. Her tekada ise içlerinde polenlerin oluştuğu iki polen kesesi (**lokulus**) bulunur.

**Dişi organlar topluluğu (ginekeum):** Angiosperm çiçeğinin en iç dairesinde bulunur. Dişi organa **pistil** adı verilir ve bir meyve yaprağının (**karpel**) kendi üstüne kıvrılmasıyla şekillenmiştir. Tek tek bir arada bulunan veya birleşik karpel topluluğuna ya da pistil topluluğuna ginekeum denir.

Bir pistil üç kısımdan meydana gelmiştir:

-**Tepecik (stigma):** Pistilin polenleri kabul ettiği ve polenlerin buradaki uygun ortamda çimlendiği kısımdır.

-**Boyuncuk (stilus):** Polen tüpünün uzayıp, yol aldığı kısımdır.

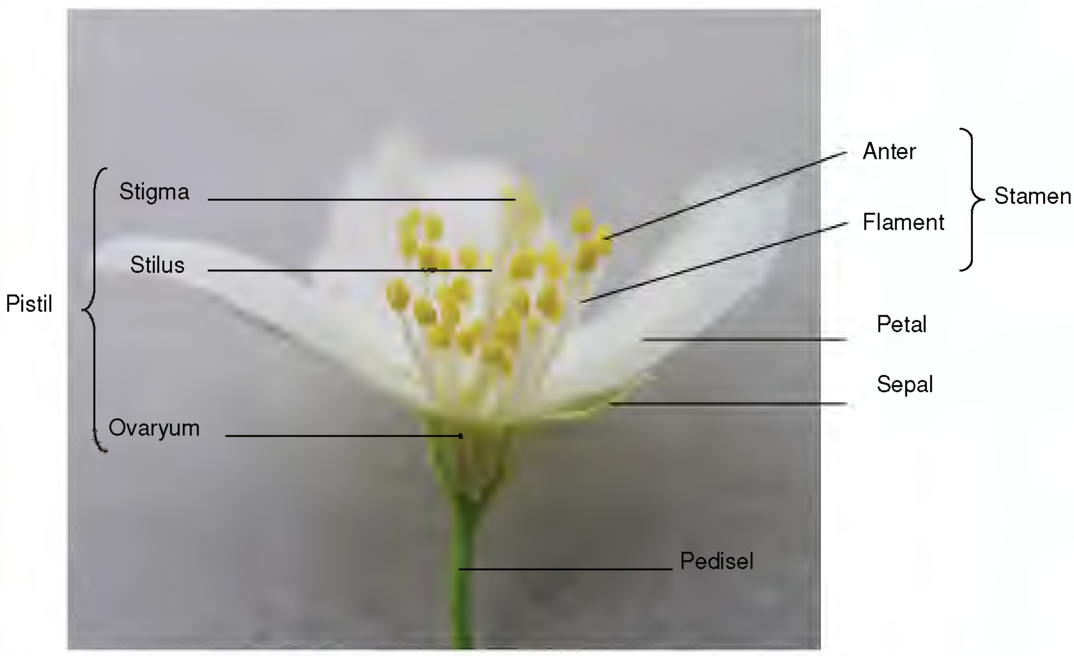
**-Yumurtalık (ovaryum):** Pistilin alt tarafında bulunan şişkin kısımdır. İçinde tohum taslağı/tohum taslakları **(ovuller)** bulunur.

**Gymnosperm (açık tohumlu) kozalakları**

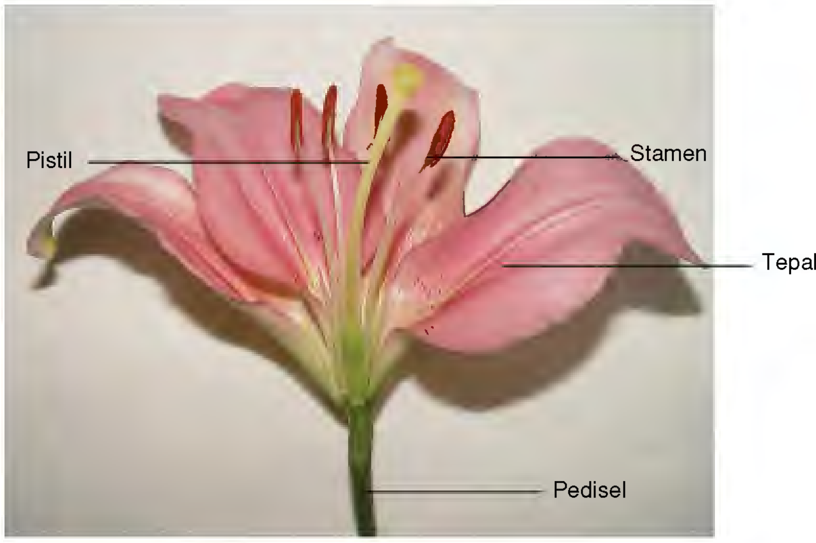



**Şekil 5.1.** Karaçam **(*Pinus nigra*** Arnold**)** bitkisinde dişi ve erkek kozalaklar.

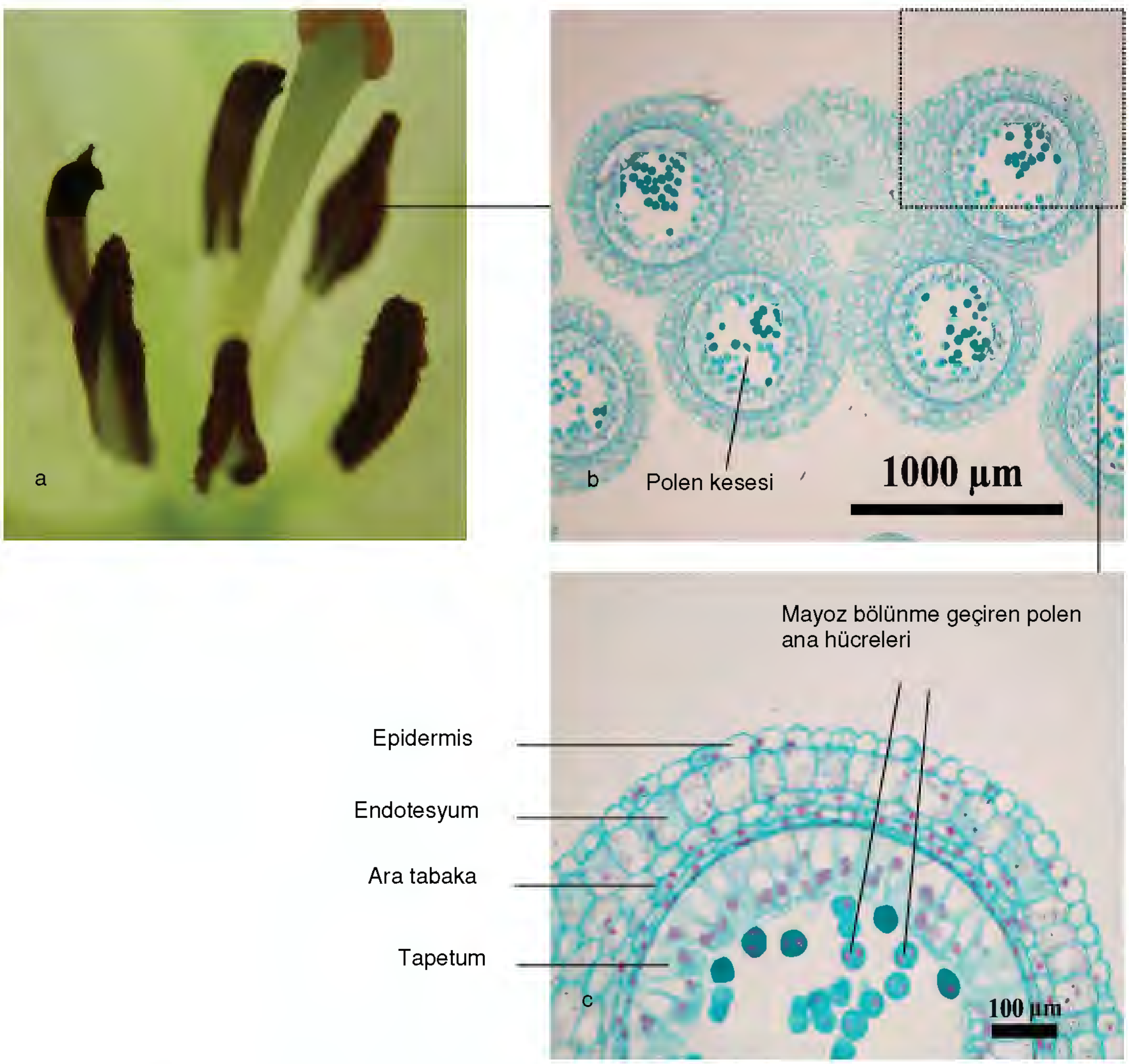
**Angiosperm (kapalı tohumlu) çiçeği**



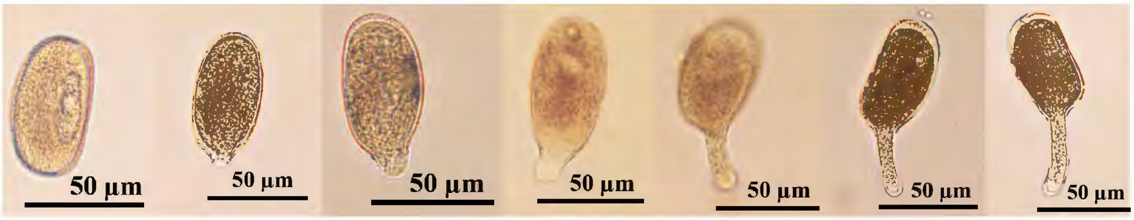

**Şekil 5.2.** Filbahri **(*Philadelphus coronarius*** L.**)** bitkisinde dikotil bitki çiçeğinin kısımları.



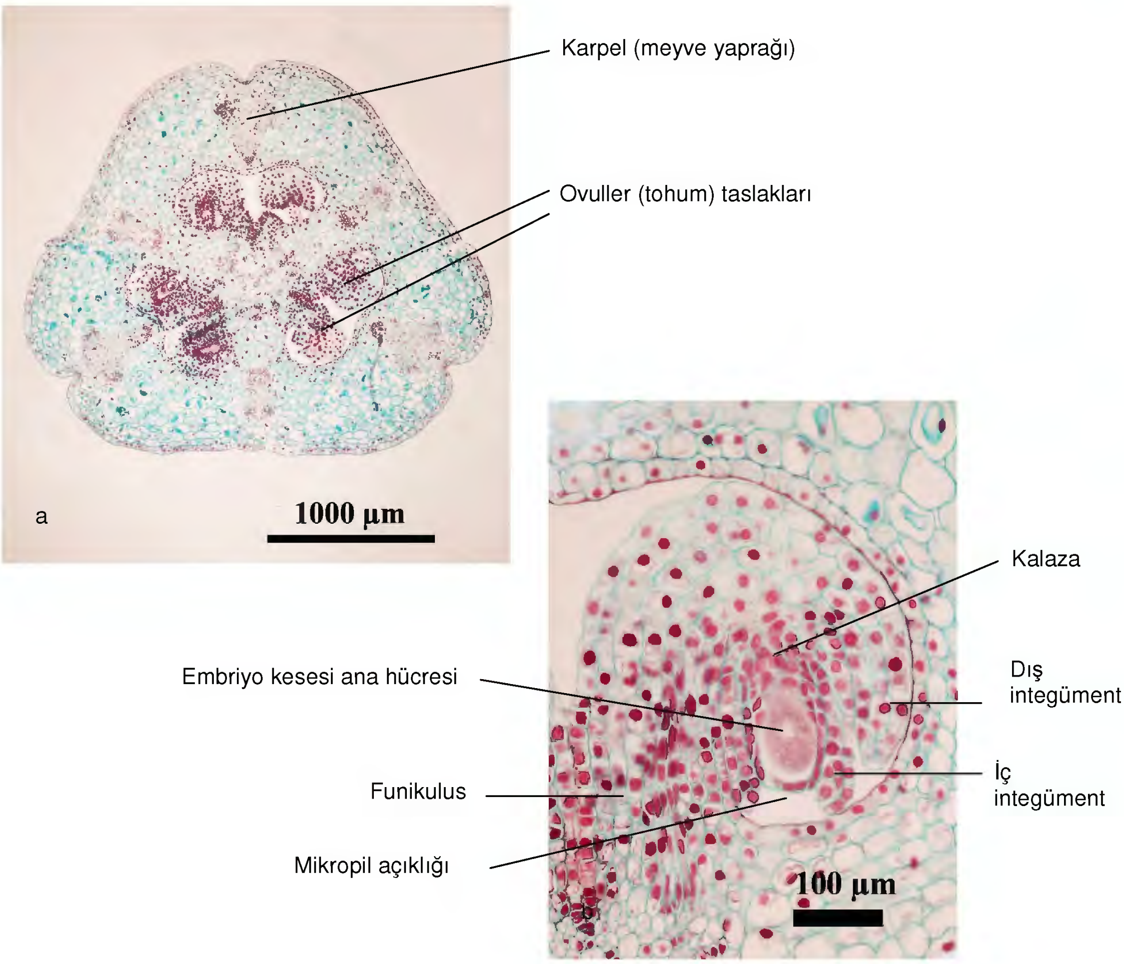

**Şekil 5.3.** Zambak (***Lilium*** L.) bitkisinde monokotil bitki çiçeğinin kısımları.




**Şekil 5.4.** Zambak (***Lilium*** L.) bitkisinde: **a.** anter halkası (andrekeum), **b.** anterden enine kesit ve **c.** polen kesesi çeperinin kısımları (**b** ve **c** şekilleri Turtox'dan Gen. Biol., Inc. Chicago, Illinois, USA preparatlarından çekilmiştir).




**Şekil 5.5.** Mor telgrafçiçeği **(*Setcreasea purpurea*** Boom**)** bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve polen tüpü oluşumu (% 10'luk şekerli su ortamında).




**Şekil 5.6.** Zambak **(*Lilium*** L.**)** bitkisinde: **a.** 3 karpelli ovaryumdan enine kesit ve **b.** bir ovulün kısımları (Turtox'dan Gen. Biol., Inc. Chicago, Illinois, USA).

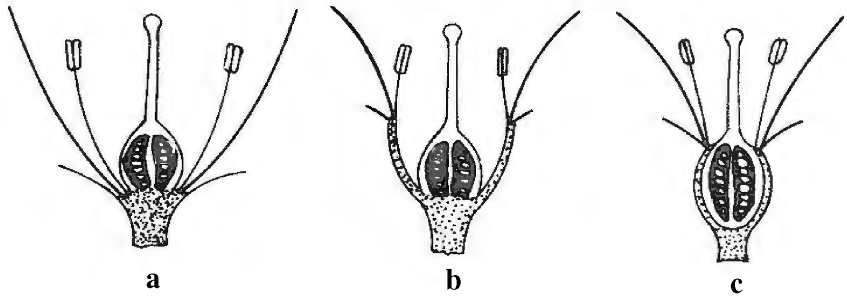
### b) Çiçeklerde ovaryum durumları

Ovaryumun, çiçeğin diğer kısımlarına göre durumu göz önüne alınacak olursa çiçekler üç tipe ayrılır:

i) Ovaryumu üst durumlu **(hipogin)** çiçek

ii) Ovaryumu orta durumlu **(perigin)** çiçek

iii) Ovaryumu alt durumlu (**epigin**) çiçek




**Şekil 5. 7.** Çiçeklerde görülen ovaryum durumlarının şematik görünümü: **a.** ovaryum üst durumlu (hipogin), **b.** ovaryum orta durumlu (perigin) ve **c.** ovaryum alt durumlu (epigin) çiçekler.

### Ovaryumu üst durumlu (hipogin) çiçek



**Şekil 5.8. a.** Biber (***Capsicum annuum*** L.) ve **b.** Karanfil (***Dianthus*** L.) bitkilerinde ovaryum üst durumlu (hipogin) çiçekler.

### Ovaryumu orta durumlu (perigin) çiçek



**Şekil 5.9.** Patlıcan (***Solanum melongena*** L.) bitkisinde ovaryum orta durumlu (perigin) çiçek.

### Ovaryumu alt durumlu (epigin) çiçek




**Şekil 5.10. a.** Küpeçiçeği (***Fuchsia*** L.) ve **b.** Gül (***Rosa*** L.) bitkilerinde ovaryum alt durumlu (epigin) çiçekler.

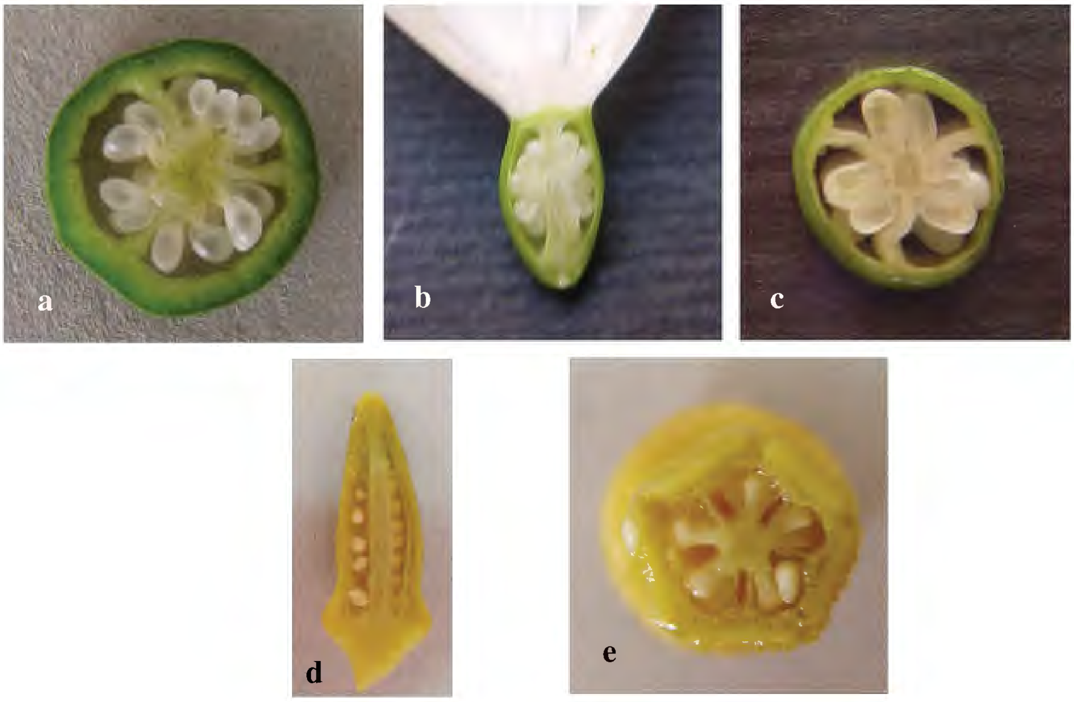
### c) Ovaryumda plasentasyon tipleri

Pistil bir veya birden fazla karpelden meydana gelmiş olabilir. Pistil tek karpelden meydana gelmiş ise **apokarp ginekeum** denir. Bu tip ilkel angiospermlerde görülür. Daha ileri angiospermlerde olduğu gibi karpeller birleşerek **sinkarp ginekeumu** oluşturur. Sinkarp ginekeumda karpellerin birleşme şekilleri farklıdır. Tek odalı olabildiği gibi septumlarla (bölmelerle) ayrılarak çok odalı ovaryumu oluşturabilir.

Tohum taslaklarının ovaryum içerisinde karpele bağlandığı dokuya **plasenta**, bağlanma şekline de **plasentalanma** denir. **Aksillar**, **bazal**, **sentral**, **laminal**, **marginal**, **parietal** ve **apikal** olmak üzere değişik plasentalanma şekilleri vardır.



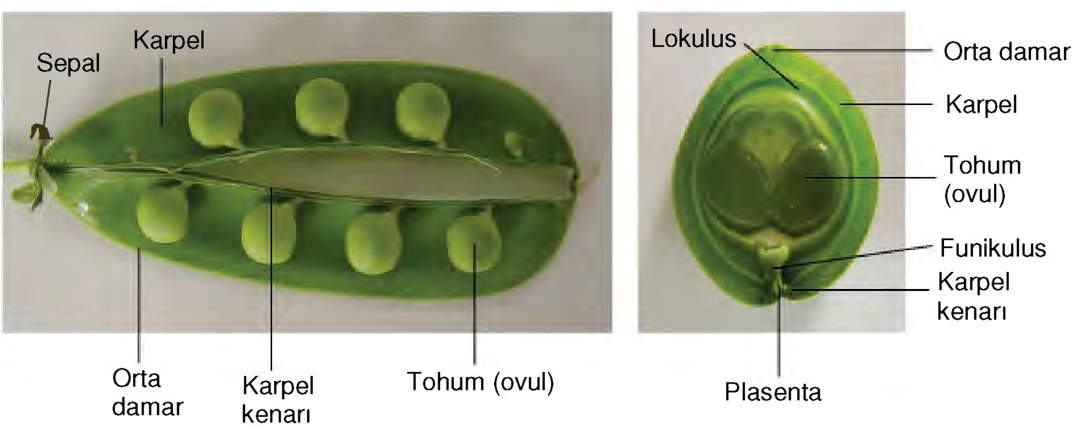

**Şekil 5.11. a-b.** Çuhaçiçeği (***Primula*** L.) ve **c-d.** Karanfil (***Dianthus*** L.) bitkilerinde serbest sentral tip plasentasyon.




**Şekil 5.12. a.** Lale (***Tulipa*** L.**), b-c.** Kardelen (***Galanthus*** L.**)** ve **d-e.** Bamya (***Hibiscus esculentus*** L.**)** bitkilerinde sentral marjinal tip plasentasyon.

**d) Çiçeklerde simetri durumları**

Düzenli bir çiçekte, kaliks ve korolla parçaları kendi aralarında şekil ve büyüklük bakımından eşittir. Bu tip çiçeklerde çiçeğin orta ekseninden ikiden fazla simetri düzlemi geçer ve **aktinomorf çiçek** olarak adlandırılır. Bir çiçekte iki simetri düzlemi varsa **bilateral çiçek** adını alır. **Zigomorf** veya **dorsiventral** çiçeklerde bir simetri düzlemi varken**, asimetrik** çiçeklerde ise simetri düzlemi bulunmaz.




**Şekil 5.13.** Bezelye (***Pisum*** L.**)** bitkisinde parietal marjinal tip plasentasyon: **a.** boyuna açılmış meyve ve **b.** meyveden alınmış enine kesit.



**Şekil 5.14.** Kandamlası (***Adonis*** L.) bitkisinde aktinomorf (polisimetrik) çiçek.



**Şekil 5.15.** Hünkarbeğendi (***Iberis*** L.) bitkisinde bilateral (disimetrik) çiçek.



**Şekil 5.16.** Aslanağzı (***Anthirrhinum majus*** L.) bitkisinde zigomorf (monosimetrik, dorsiventral) çiçekler.

#### e) Çiçek durumları (infloresens)

Bazı bitkilerde çiçek sapı üzerinde bir tek çiçek bulunduğu halde bazılarında bir çiçek sapı üzerinde birden fazla çiçek kümeler oluşturacak şekilde toplanmıştır. Başka deyişle kısa sürgün üzerinde birçok çiçeğin meydana getirdiği topluluğa çiçek durumu **(infloresens)** denir. Morfolojik bakımından çiçek durumu birden fazla çiçek taşıyan eksen veya dallanmış eksenden oluşmuştur. Çiçek durumundaki çiçek veya çiçekli dallar taşıyıcı yaprağın **(brakte)** koltuğundan çıkar. Eğer varsa braktelerin oluşturduğu topluluğa **involukrum** denir. Çiçek durumları dallanma tiplerine göre **rasemöz** ve **kimöz çiçek durumları** olmak üzere iki ana guruba ayrılır.

**i) Rasemöz çiçek durumları**

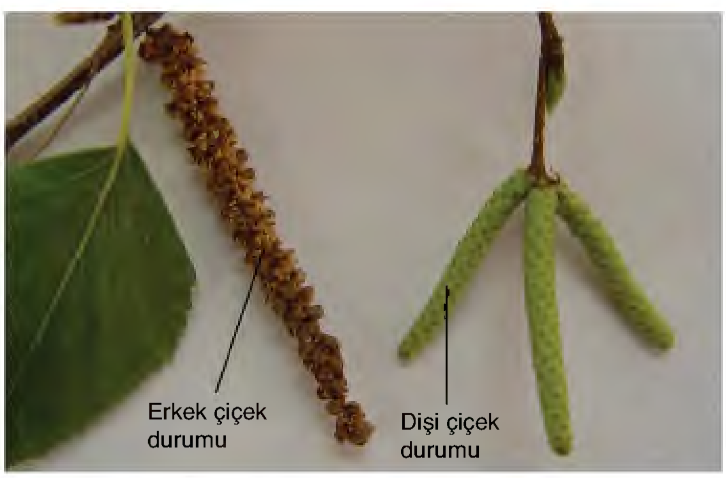
**-Basit rasemöz çiçek durumu (salkım)**



**Şekil 5.17.** Hardalgiller **(*Brassicaceae*)** familyası bireylerinde salkım (rasemöz) çiçek durumu.



**Şekil 5.18.** Buğdaygiller **(*Poaceae*)** familyasının bazı bireylerinde başak (spika) çiçek durumu görülmektedir.



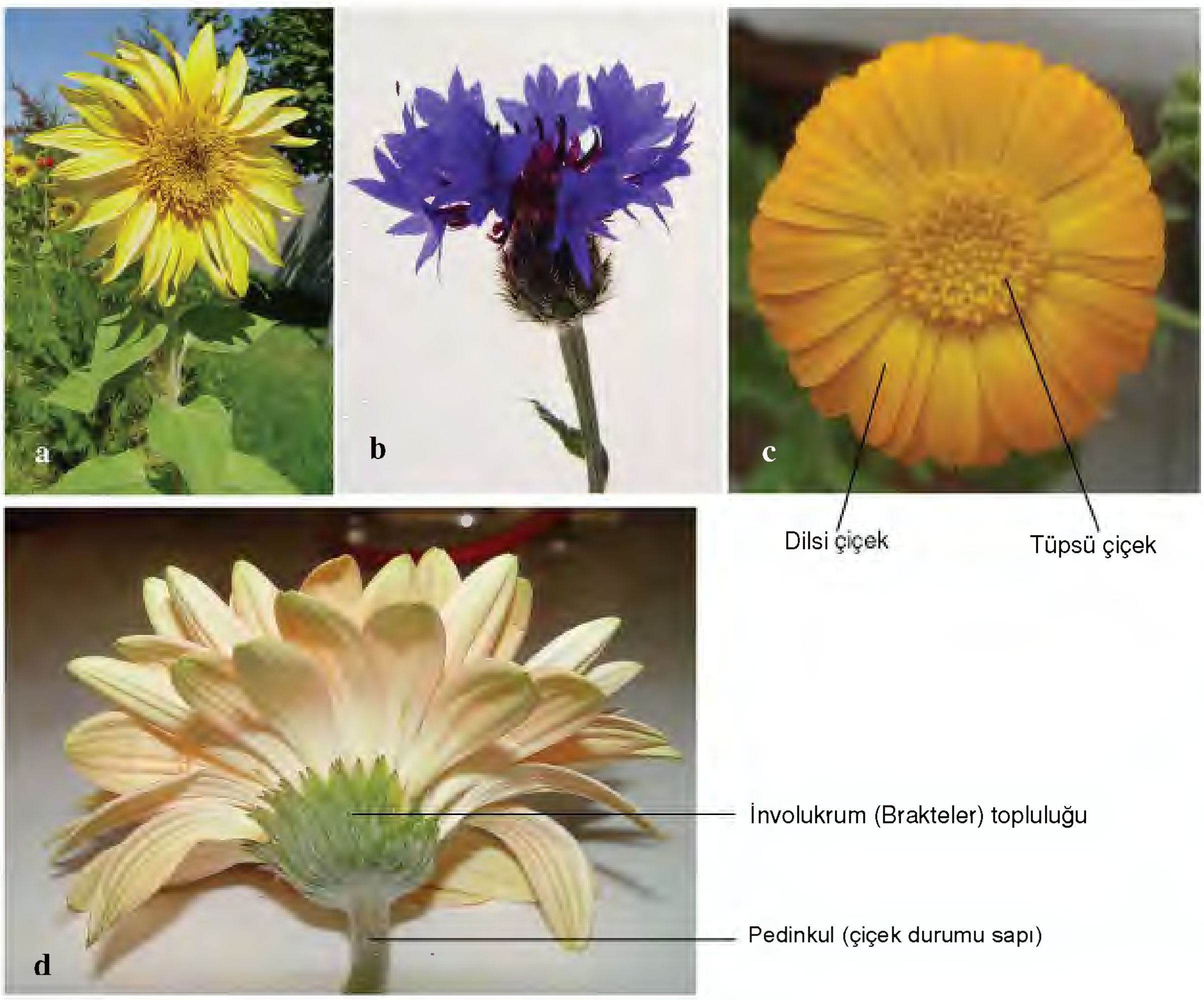

**Şekil 5.19.** Huş ağacı **(*Betula* L.)** bitkisinde erkek ve dişi çiçekleri bulunduran kedicik veya tırtıl (amentum) çiçek durumları.



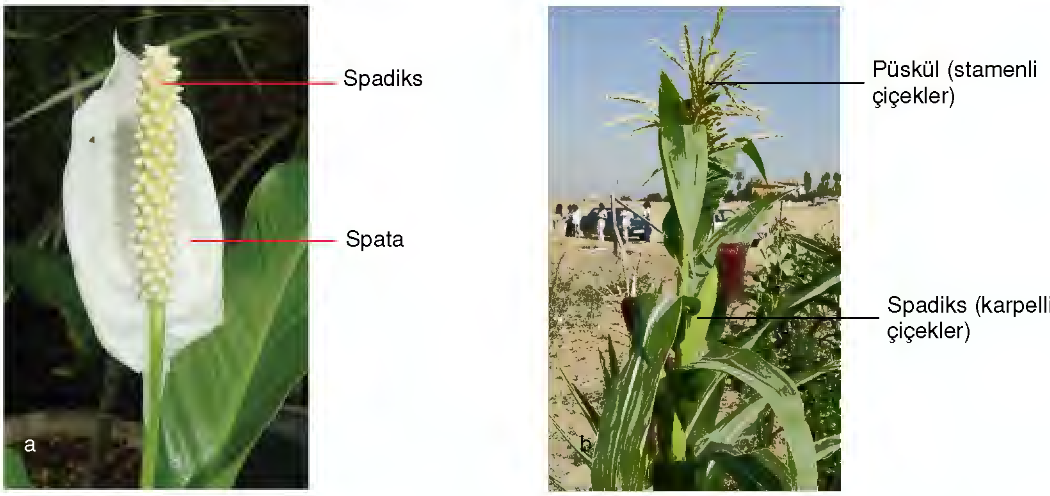
**Şekil 5.20.** Bataklık gülü (***Butomus umbellatus*** L.) bitkisinde şemsiye (umbella) çiçek durumu.



**Şekil 5.21.** İspir (***Spirea*** L.) bitkisinde yalancı şemsiye (korimbus) çiçek durumu.




**Şekil 5.22. a.** Ayçiçeği (***Helianthus annuus*** L.), **b.** Peygamber çiçeği (***Centaurea depressa*** Bieb.), **c.** Aynısefa (***Calendula arvensis*** L.) ve **d.** Krizantem (***Chrysanthemum*** L.) bitkilerinde başçık veya tepecik (kapitulum) çiçek durumları.




**Şekil 5.23. a.** Barış çiçeği **(*Spathiphyllum*** Schott**)** ve **b.** Mısır **(*Zea mays*** L.**)** bitkilerinde koçan (spadiks) çiçek durumları.

**Bileşik rasemöz çiçek durumları**



**Şekil 5.24.** Kelebek çalısı **(*Buddleia*** L.**)** bitkisinde bileşik salkım (panikula) çiçek durumu.



**Şekil 5.25.** Bazı maydonozgiller **(*Apiaceae*)** familyası bireylerinde bileşik şemsiye (bileşik umbella) çiçek durumları.



**Şekil 5.26.** Bazı buğdaygiller (***Poaceae***) familyası bireylerinde görülen bileşik başak (bileşik spika) çiçek durumu.

### ii) Kimöz çiçek durumları

#### Monokazyum çiçek durumu



**Şekil 5.27.** Gladyöl (***Gladiolus*** L.) bitkisinde monokazyum çiçek durumu.

#### Dikazyum çiçek durumu



**Şekil 5.28.** Nakıl/Yapışkanotu (***Silene dioica*** L.) bitkisinde dikazyum çiçek durumu (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/2006-1022Silene_ dioica07.jpg).

**Pleiokazyum çiçek durumu**



**Şekil 5.29.** Sütleğengiller (***Euphorbiaceae***) familyası bireylerinde pleikazyum çiçek durumu.

**f) Çiçek ve bitkilerde eşeylik dağılışı**

**i) Çiçek bazında eşey durumu:**

- **Erselik çiçek (monoklin, hermafrodit, iki eşeyli çiçek):** Tam bir çiçektir. Erkek ve dişi organları birlikte bulunduran çiçektir.
- **Tek eşeyli çiçek (diklin çiçek):** Bir çiçekte yalnız erkek veya yalnız dişi organlar bulunur. Başka deyişle erkek ve dişi organlar ayrı ayrı çiçeklerdedir.

**ii) Bitki bazında eşey durumu:**

- **Tek evcikli bitki (monoik bitki):** Bir bitkide hermafrodit çiçekler veya dişi ve erkek çiçekler beraberce bulunuyorsa o bitki tek evciklidir.
- **İki evcikli bitki (dioik bitki):** Bir türün bir ferdi yalnız dişi çiçekleri, diğer bir ferdi yalnız erkek çiçekleri bulunduruyorsa o bitki iki evciklidir. Başka deyişle erkek ve dişi çiçekler bir türün ayrı ayrı fertlerindedir.
- **Poligam bitki:** Bazı bitkiler hem hermafrodit hem de dişi ve erkek çiçekleri aynı fert üzerinde bulundurur. Bu tip bitkilere poligam bitki denir.

**Monoklin (hermafrodit) çiçek**



**Şekil 5.30.** Zambak (***Lilium*** L.) bitkisinde pistil ve stamenleri bir arada bulunduran hermafrodit veya erselik (monoklin) çiçek.

### Diklin çiçek



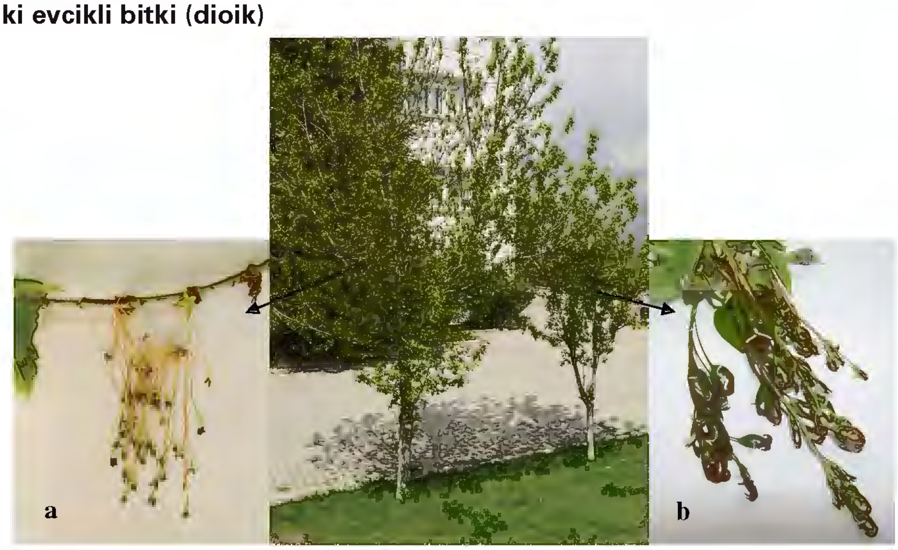

**Şekil 5.31.** Begonya (***Begonia*** L.**)** bitkisinde yalnızca pistilleri ya da stamenleri bulunduran bir eşeyli (diklin) çiçekler: **a.** pistilleri taşıyan dişi çiçek ve **b.** stamenleri taşıyan erkek çiçek.

### Bir evcikli bitki (monoik)




**Şekil 5.32.** Bir evcikli (monoik) bitki olan Huş ağacı **(*Betula pendula*** Roth.**)**'nın: **a.** dişi ve **b.** erkek çiçekleri.

### İki evcikli bitki (dioik)




**Şekil 5.33.** Akça ağaç **(*Acer*** L.**)** bitkisinde ayrı eşeyleri taşıyan iki evcikli (dioik) bireyler: **a.** erkek ve **b.** dişi çiçekler.

**Çok evcikli bitki (poligam)**




**Şekil 5.34.** Dişbudak (***Fraxinus excelsior*** L.) bitkisinde değişik eşey kombinasyonlarını bulunduran poligam bireylerde: **a.** erkek, **b.** dişi ve **c.** hermafrodit çiçekler (http://herbaria. plants.ox.ac.uk/fraxigen/fraxinus/fraxinus/excelsior.html Erişim tarihi: 10.03.2008).

## 5.2 Meyve, meyvenin kısımları ve meyvelerin sınıflandırılması

Meyve, çiçeğin olgunlaşan veya farklılaşan ovaryumudur. Daha açıklayıcı bir tanımla: meyve, döllenmeyi takiben farklılaşmış ovaryum ve içerdiği tohumların oluşturduğu bir yapıdır.

Ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.), muz (*Musa* L.) ve bazı portakal (*Citrus* L.) türlerinde polinizasyon olmadan normal meyve gelişimi olur. Polinizasyon gerçekleşmediği için döllenme olmaz. Bu nedenle bu meyveler genellikle tohumsuzdur. Diğer taraftan, döllenme gerçekleşebilir fakat ovuller olgun tohuma gelişemez ama meyve gelişim seyrini devam ettirir. "Döllenme olmadan gelişen meyvelere **partenokarpik meyve** denir" tanımını çok katı olarak ele alırsak çekirdeksiz üzümler (Thompson çekirdeksiz üzümleri) partenokarpik meyve değildir. Çünkü döllenme olur ama ovuller tohuma gelişemez.

Gerçek meyvelerde ovaryumu oluşturan **karpel** gelişerek **perikarpı (meyve kabuğu)** oluşturur. Perikarp; **ekzokarp**, **mezokarp** ve **endokarp** olmak üzere üç kısımdan oluşmuştur.

Birçok meyvenin oluşumuna diğer çiçek kısımları da katılır. Örneğin reseptakulum (Çilek = *Fragaria vesca* L.), tepaller (Dut = *Morus* L.), brakteler (Ananas = *Ananas sativa* Lindl.), çiçek durumu ekseni (İncir = *Ficus* L.) gibi. Bu durumda basit ve bileşik yalancı meyveden söz edilir.

Meyveler sınıflandırılırken aşağıdaki kriterler göz önüne alınmaktadır:

-Meyvenin geliştiği çiçeğin yapısı (tek çiçek veya çiçek durumu, ovaryum durumu).

-Meyve oluşumuna katılan ovaryum sayısı.

-Her bir ovaryumda bulunan karpel sayısı.

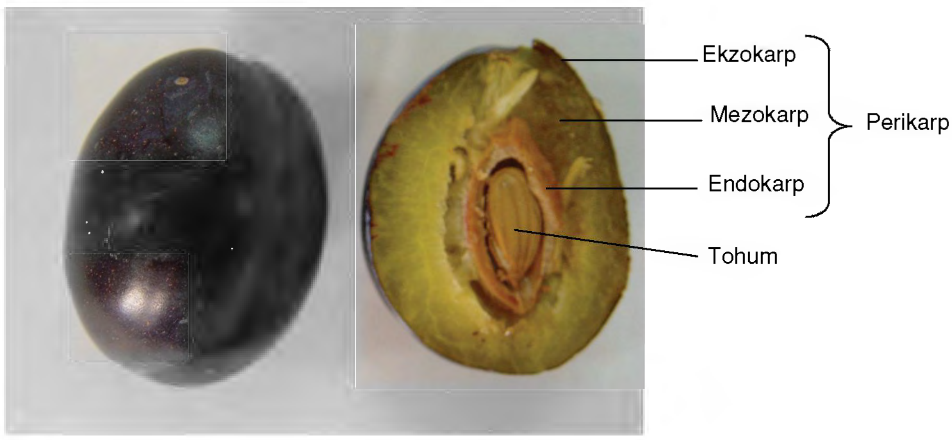
-Olgun perikarpın yapısı (kuru veya etli oluşu).

-Olgunlukta perikarpın açılıp açılmaması.

-Perikarp eğer açılıyorsa açılma şekli.

-Meyve oluşumunda diğer çiçek kısımlarının aldığı rol.

**a) Meyvenin kısımları**




**Şekil 5.35.** Erik (***Prunus domestica*** L.) bitkisi meyvesinin genel görünüşü ve kısımları.

**b) Meyve tipleri**

**i) Basit meyveler**

**-Olgunlaşınca açılan basit kuru meyveler**

**Follikül meyve**



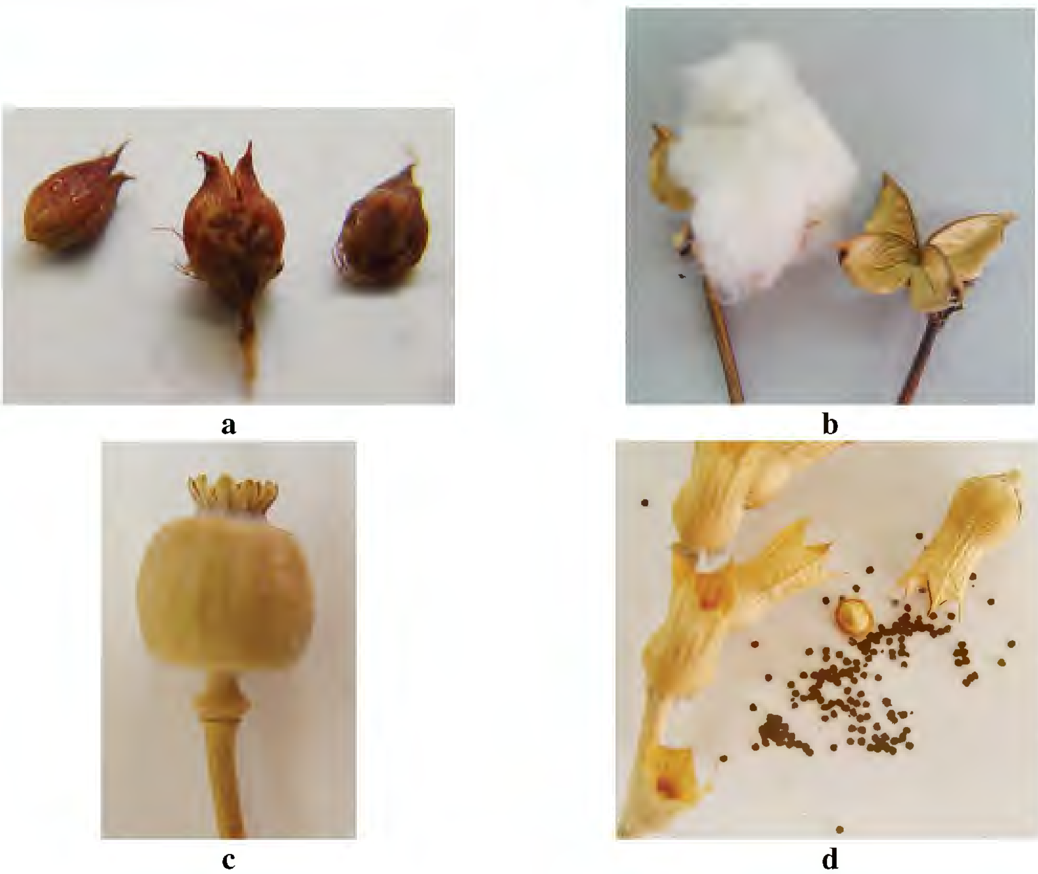
**Şekil 5.36.** Haseki küpesi (***Aquilegia olympica*** Boiss.) bitkisinde follikül meyve.

**Bakla (legümen) meyve**



**Şekil 5.37.** Barbunya (***Phaseolus angularis*** (Willd.) W. F. Wight) bitkisinde bakla (legümen) meyve.

**Kapsül meyveler**




**Şekil 5.38. a.** Binbirdelikotu (***Hypericum*** L.)'nda septisit kapsül, **b.** Pamuk (***Gossypium*** L.)'ta lokulusid kapsül, **c.** Haşhaş (***Papaver somniferum*** L.)'ta delikli (porisit) kapsül ve **d.** Banotu (***Hyoscyamus*** L.)'nda kapaklı (piksidium) kapsül meyveler.

## Silikva meyve



**Şekil 5.39.** Bazı hardalgiller (***Brassicaceae***) familyası bireylerinde silikva meyveler.

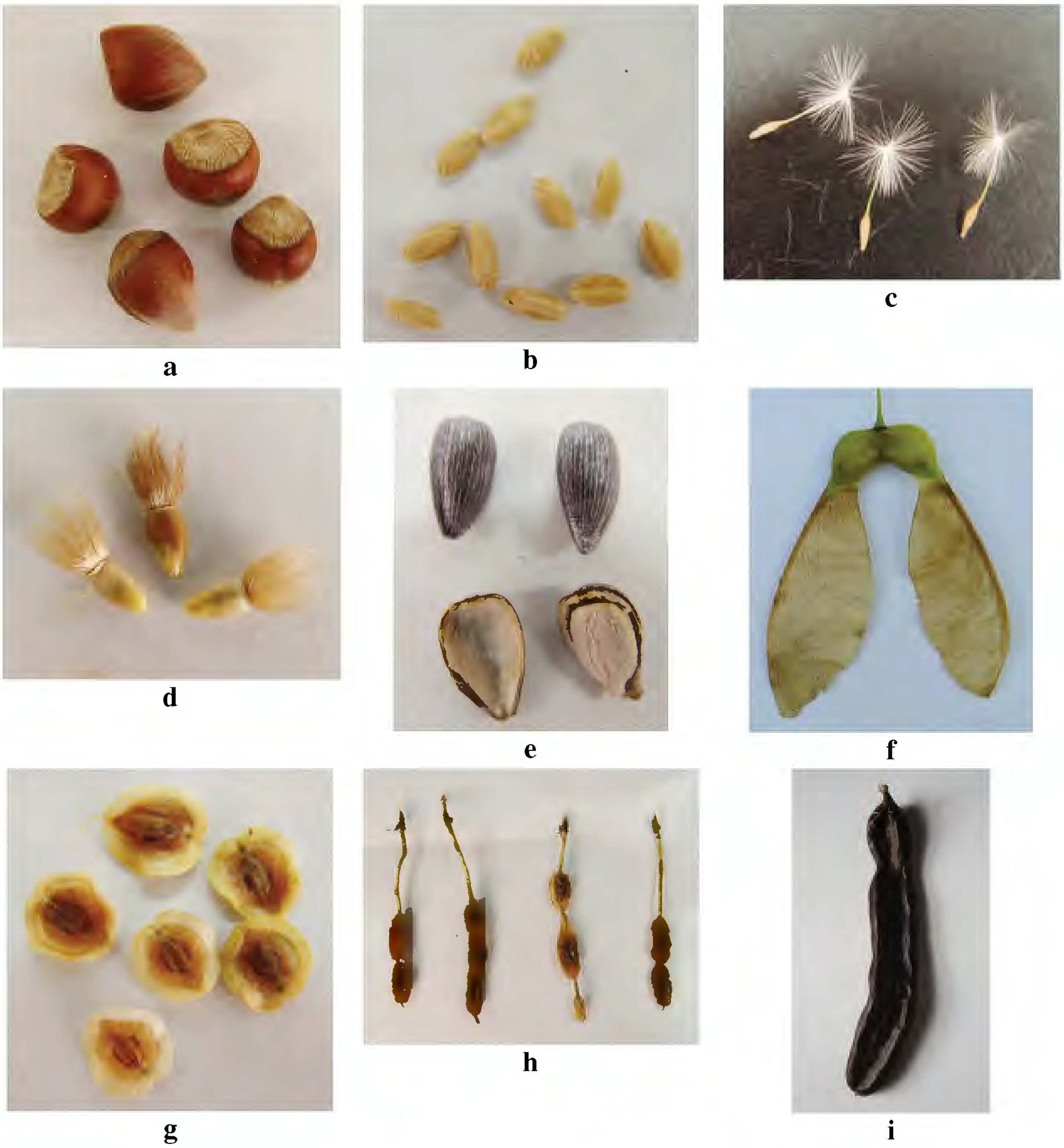
## Silikula meyve



**Şekil 5.40.** Bazı hardalgiller (***Brassicaceae***) familyası bireylerinde silikula meyveler.

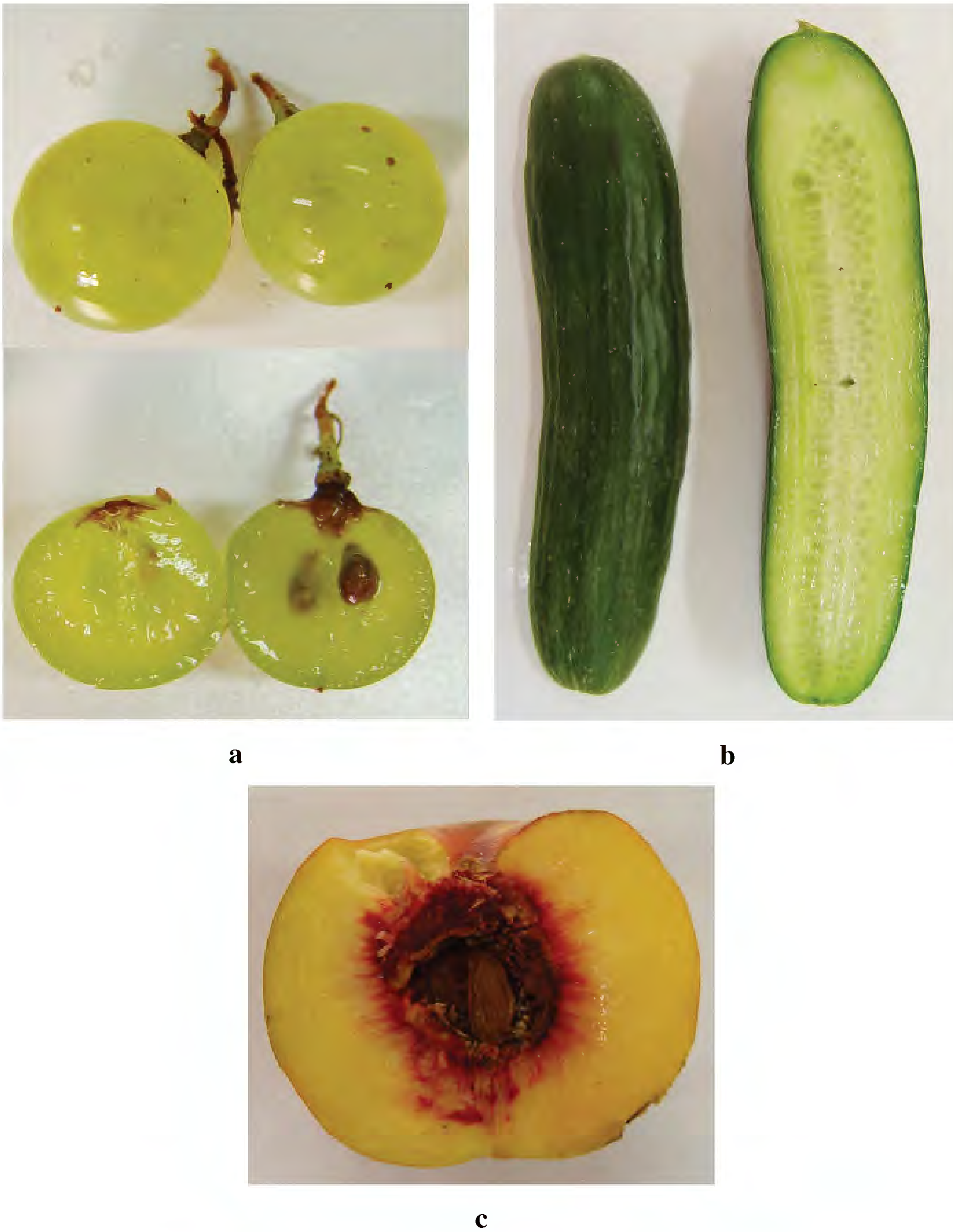
### Olgunlaşınca kapalı kalan basit meyveler

### Kuru kapalı meyveler

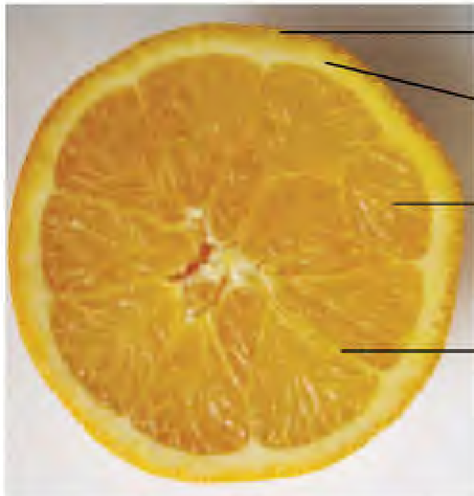



**Şekil 5.41. a.** Fındık (***Corylus*** L.)'ta fındıksı (nuks); **b.** Buğday (***Triticum vulgare*** L.)'da buğdaysı (karyopsis); **c.** Karahindibağ (***Taraxacum*** L.), **d.** Peygamber çiçeği (***Centaurea*** L.) ve **e.** Ayçiçeği (***Helianthus*** L.)'nde aken; **f.** Akça ağaç (***Acer*** L.)'ta kanatlı nuks (samara), **g.** bazı maydonozgiller **(Apiaceae)** familyası bireylerinde görülen yarılan (şizokarp), **h.** Sofora (***Sophora japonica*** Regent)'da ve **i.** Keçiboynuzu (***Ceratonia siliqua*** L.)'nda kırılan bakla (lomentum) meyveler.

**Etli kapalı meyveler**




**Şekil 5.42. a.** Asma **(*Vitis vinifera*** L.)'da üzümsü (bakka), **b.** Salatalık **(*Cucumis sativus*** L.**)**'ta peponidyum ve **c.** Şeftali **(*Prunus persica*** Miller**)**'de eriksi (drupa).




**Şekil 5.43.** Portakal (***Citrus sinensis*** (L.) Osbeck.)'da hesperidyum tipi meyve ve kısımları.

### ii) Bileşik ve agregat meyveler

#### Bileşik meyveler

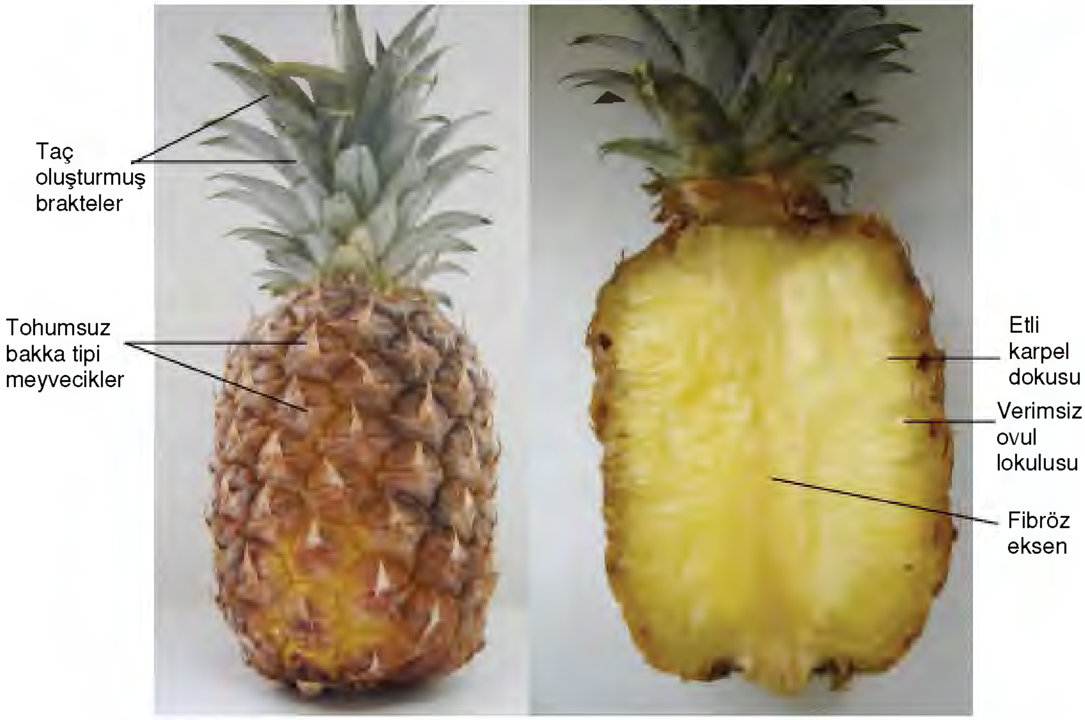


a



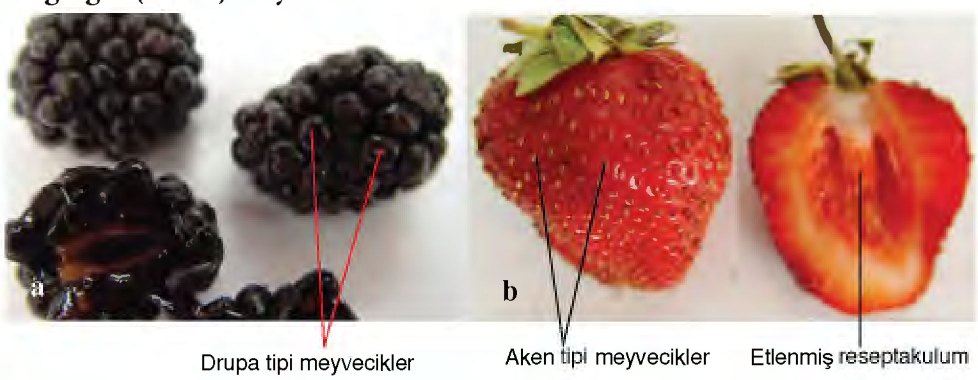
b

**Şekil 5.44. a.** İncir (***Ficus carica*** L.)'de incirsi (sinkonyum) ve **b.** Akdut (***Morus alba*** L.)'ta dutsu (sorosis).




**Şekil 5.45.** Ananas (***Ananas comosus*** (L.) Merr.)'ta koenokarpiyum tipi bileşik meyve.

## Agregat (küme) meyveler




**Şekil 5.46. a.** Böğürtlen (***Rubus fruticosus*** L.) ve **b.** Çilek (***Fragaria vesca*** L.) bitkilerinde agregat (küme) meyveler.

### c. Meyvelerin yapısına katılan ek kısımlar (eklenti=accessory)




**Şekil 5.47. a.** Armut (***Pyrus communis*** L.) ve **b.** Elma (***Malus sylvestris*** Miller) bitkilerinde pome tipi eklentili meyveler.

## 5.3.Tohum ve embriyo

Tohum ovulden gelişir. Ovul oluşumu, plasenta yüzeyinde meristematik bir hücre gurubuyla başlar. Bu hücre gurubunun karşılıklı dış tarafındakiler bölünür ve integümentleri (iç ve dış integümentler) oluşturur. Karşılıklı integümentler uçta birleşmezler ve **mikropil** adı verilen açıklığı bırakırlar. Meristematik hücre gurubunun bir kısmıda gelişen ovulde **nusellus** dokusunu oluşturur. Meristematik hücrelerden biri gelişerek **megaspor ana hücresi**'ni meydana getirir. Megaspor ana hücresi (2 n) mayoz bölünme geçirir ve dört adet **megaspor** (n) oluşur. Kural olarak bu dört megaspordan mikropile yakın üç hücresi erir ve kaybolur. Kalan megaspor, nükleus ve sitoplazmasıyla gelişerek **embriyo kesesi**'ni oluşturur. Megaspor nükleusu mitoz ile bölünür ve oluşan nükleuslar ayrı kutuplara çekilir (iki nükleuslu embriyo kesesi). Kutuplardaki bu nükleuslar ard arda mitoz geçirir ve sekiz nükleuslu embriyo kesesi oluşur. Kutuplardaki nükleuslardan birer tanesi merkeze gelerek birleşir ve iki nükleuslu hücreyi (2 n) oluşturur. Bunun sonucunda da yedi hücreli embriyo kesesi oluşur. Döllenmeye hazır olgun embriyo kesesindeki hücrelerin adları şöyledir: Mikropile bakan bölgedeki üç hücreden biri **yumurta hücresi** (n), diğerleri gene haploid **sinerjit hücreleri**'dir. Embriyo kesesinin diğer kutbunda bulunan üç hücre haploid **antipod hücreleri**'dir. Embriyo kesesinin merkezinde iki polar nükleusun birleşmesiyle oluşan binüklead hücre ise **endosperm ana hücresi** (2 n)'dir.

Polen tüpünde generatif hücrenin mitoz geçirmesiyle oluşan iki sperm hücresi (n) ile embriyo kesesindeki yumurta hücresi ve endosperm ana hücresi arasında **çifte döllenme** gerçekleşir.

Sperm (n) + Yumurta hücresi (n) → Zigot (2 n)

Sperm (n) + Endosperm ana hücresi (2 n) → Primer endosperm hücresi (3 n)

Embriyo kesesindeki nükleus birleşmeleri veya döllenmeler ovaryumda birçok değişime yol açar;

-Zigotun bölünmeleri ile embriyo gelişir.

-Primer endosperm hücresinin bölünmeleri ile endosperm gelişir.

-İntegümentler tohum kabuğuna (testa) olgunlaşır.

-Nusellus dokusu emilir veya bütünlüğü bozulur. Bununla birlikte bazı bitkilerde nusellus dokusu kısmen besi doku olarak kalabilir. Nusellus orijinli bu dokuya **perisperm** adı verilir.

-Ovul ve/veya ovulleri tutunmuş olarak bulunduran ovaryum dokusunun gelişmesi ile meyve şekillenir.

-Diğer bazı çiçek kısımları meyve oluşumuna katılabilir.

Döllenmeden sonra zigot bir müddet dinlenme halinde kalır. Bu sırada primerendosperm hücresi (3 n) bölünerek endospermi (besi dokusunu) oluşturur. Başka bir deyişle zigot besi dokunun oluşmasını bekler. Zigotun ilk bölünme safhaları monokotil ve dikotil embriyoları oluşumunda benzerdir. Daha sonraki bölünmelerle farklılıklar ortaya çıkar.

Olgun dikotil embriyosunda, embriyo ekseninin bir ucunda **plumula** (gövdeyi verecek taslak), diğer ucunda **radikula** (kökü verecek taslak) bulunur. Plumula iki kotiledon arasındadır.

Olgun monokotil embriyosunda ise eksenin bir ucunda plumula tek kotiledon olan **skutellum**'un yan tarafındadır ve plumula ilk yapraklarla birlikte **koleoptil** denilen bir kılıfla sarılmıştır. Eksenin diğer ucunda radikula bulunur ve **koleorhiza** ile sarılmıştır. **Epiblast** ikinci kotiledonun kalıntısıdır.

Tohumlardaki besi doku bitki gruplarında farklılık gösterir:

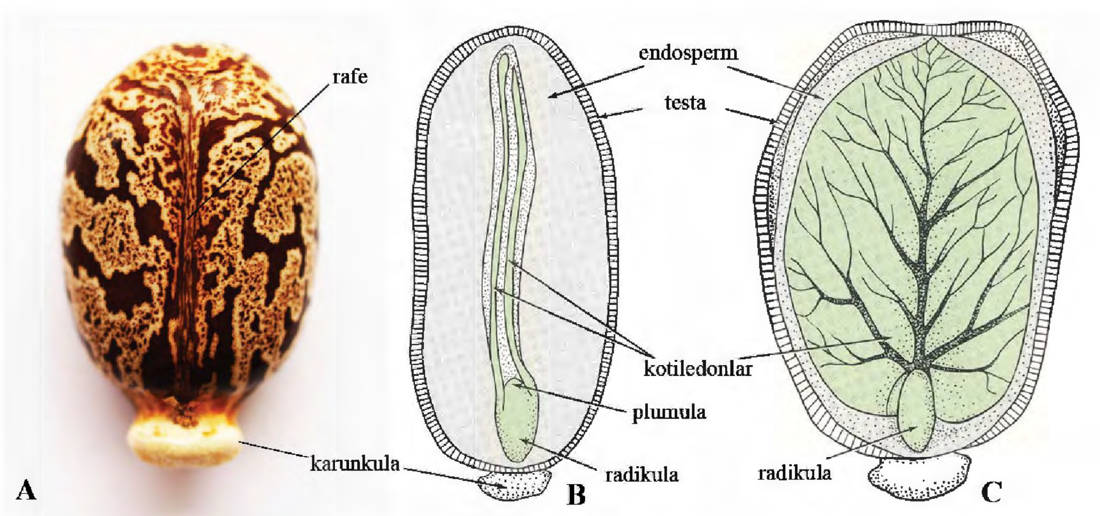
-**Endospermli tohumlar:** Dane diye adlandırdığımız **Poaceae** üyeleri tohumları ki

aslında meyvedir, bağımsız besi dokuya sahiptir. Örneğin Buğday (*Triticum* L.), Mısır (*Zea mays* L.)'da olduğu gibi. Bunlarda besi doku iki tabaka içerir. Alevron tabakası ve nişastalı hücreler tabakası. Az sayıdaki dikotil bitkilerin tohumuda bağımsız endosperm bulundurur. Örneğin, Hint yağı (*Ricinus communis* L.) ve Kahve (*Coffea* L.)'de olduğu gibi.

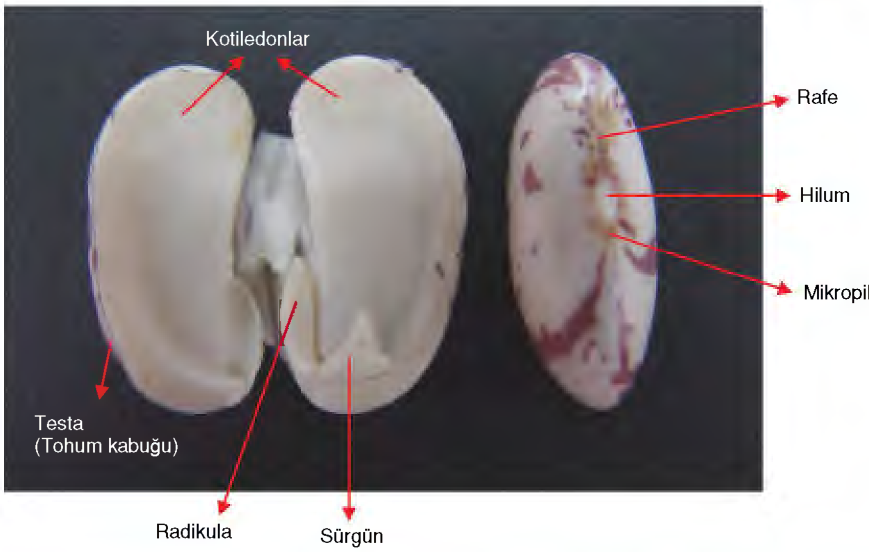
-**Besi dokusu kotiledonlarda olan tohumlar:** Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) embriyosunda olduğu gibi.

-**Perispermli tohumlar:** Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarında olduğu gibi.

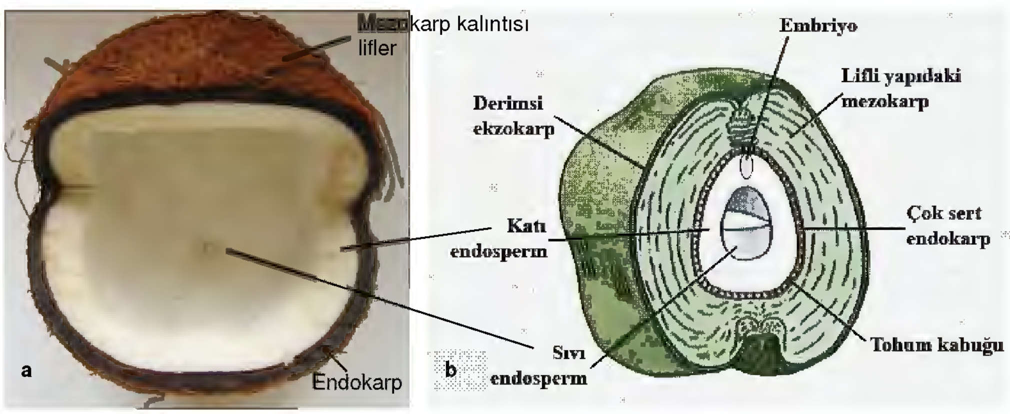
### a) Tohumun yapısı ve kısımları




**Şekil 5.48. a**. Hintyağı (***Ricinus communis*** L.) bitkisi tohumu, **b-c.** tohumdan değişik yönlerden alınmış kesitlerde şematik görünümü ve kısımları.



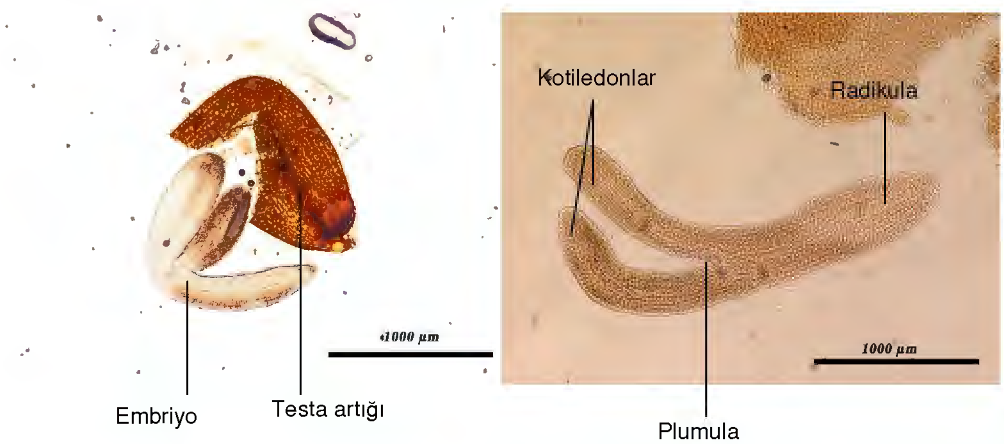

**Şekil 5.49.** Barbunya (***Phaseolus angularis*** (Willd.) W.F. Wight) bitkisi embriyosu ve tohumu.




**Şekil 5.50.** Hindistan cevizi (***Cocus nucifera*** L.) bitkisinin: **a.** tohumu, **b.** meyvenin şematik görünümü ve kısımları.

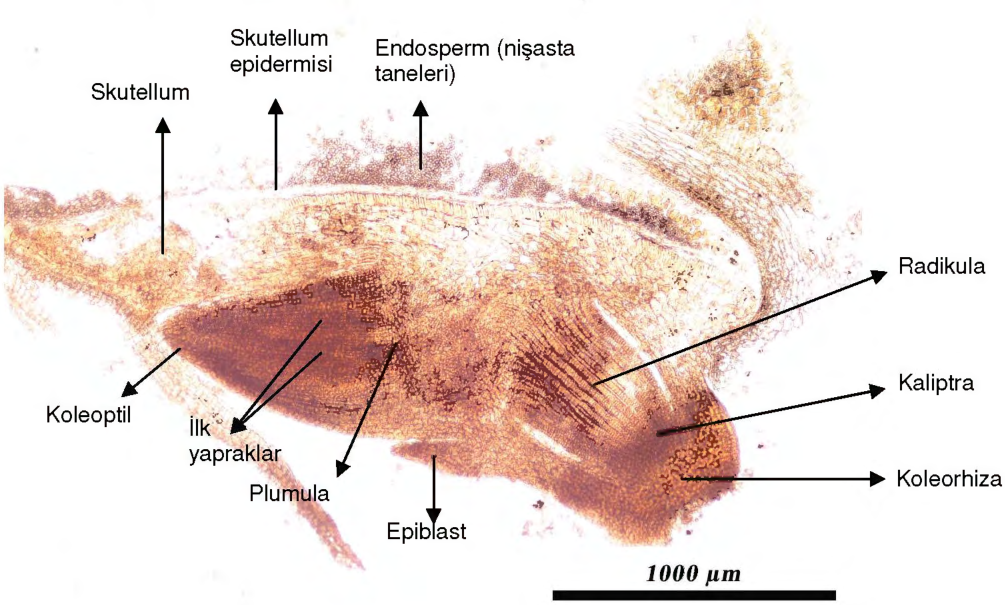
## a) Dikotil ve monokotil embriyosu

## i) Dikotil embriyosu

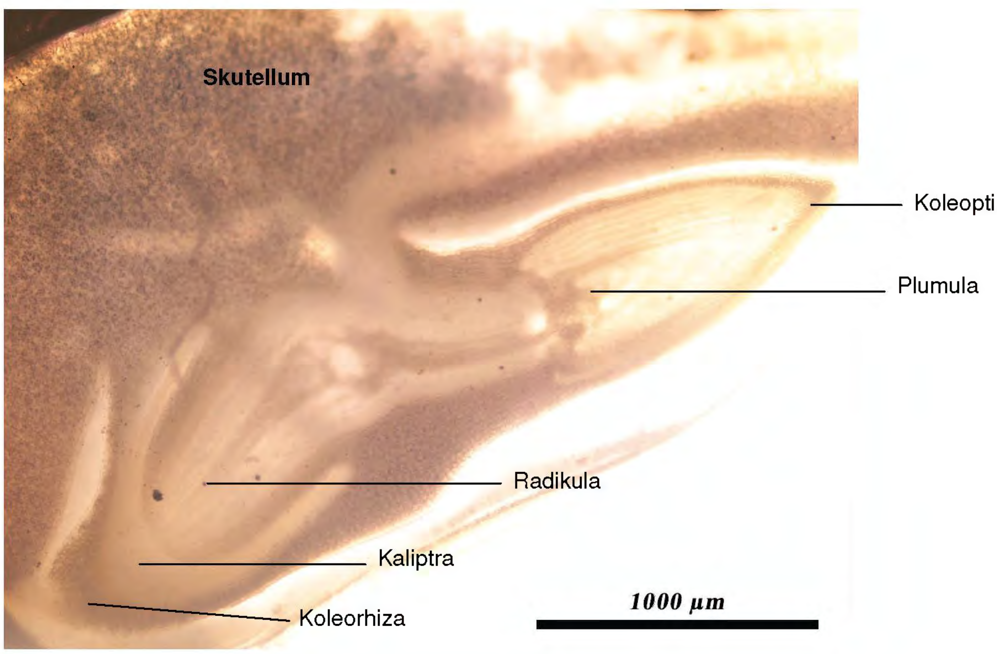



**Şekil 5.51.** Çobançantası (***Capsella bursa-pastoris*** (L.) Medik.) bitkisi embriyosu ve kısımları (testa yumuşatıldıktan sonra lam ve lamel arasında nazikçe ezme metodu ile çıkarılmıştır).

### ii) Monokotil embriyosu




**Şekil 5.52.** Buğday (***Triticum*** L.) bitkisi embriyosu ve kısımları.




**Şekil 5.53.** Mısır (***Zea mays*** L.) bitkisi embriyosu ve kısımları.

# KAYNAKLAR


Algan, G., Toker, C. (1984). Bitki Hücresi ve Bitki Morfolojisi Laboratuvar Kitabı, T. C. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No: 139, Ankara Üniversitesi Basımevi, ANKARA.

Bozcuk, S. (2004). Genel Botanik, Hatiboğlu Yayınevi, ANKARA.

Erik, S., Güner, A., Yıldırımlı, Ş., Sümbül, H. (1996). Tohumlu Bitkiler Sistematiği Laboratuvar Kılavuzu, Literatür Yayınevi, ANKARA.

Erkan, Y. (1988). Mikroskopta Çalışma Yöntemleri, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayını No: 148, Ankara Üniversitesi Basımevi, ANKARA.

Esau, K. (1965). Plant Anatomy, John Wiley and Sons., NEW YORK.

Fahn, A. (1974), Plant Anatomy, John Wiley and Sons Inc., NEW YORK.

Güner, H., Aysel, V. (1989). Tohumsuz Bitkiler Sistematiği, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 108, Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR.

Hasman, M. (1963). Bitki Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Yayınları Sayı: 1003, Fen Fakültesi Yayınları No: 55, İstanbul Matbaası, İSTANBUL.

Jensen, W. A. (1962). Botanical Histochemistry, Principles and Practice, W. H. Freeman and Company, SAN FRANCISCO and LONDON.

Karamanoğlu, K. (1983). Genel Botanik, Çağlayan Kitabevi, İSTANBUL.

Lloyd, B. (1949). Handbook of Botanical Diagrams, University of London Pres Ltd., LONDON.

Mader, S. S. (1996). Biology, Mc Graw Hill, USA.

Mauseth, J. D. (2008). Plant Anatomy, The Blackburn Press, USA.

Ocakverdi, H., Kaya, B. (2001). Genel Biyoloji Laboratuvar Kitabı (Botanik), Palme Yayıncılık, ANKARA.

Özyurt, M. S. (1992). Bitki Anatomisi I, Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 48, Erciyes Üniversitesi Basımevi, KAYSERİ.

Özyurt, M. S. (1992). Bitki Anatomisi II, Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 50, Erciyes Üniversitesi Basımevi, KAYSERİ.

Raven, P. H., Evert, R. F., Eichhorn, S. E. (1996). Biology of Plants, Worth Publishers, NEW YORK.

Ruzin, S. E. (1999). Plant Microtechnique and Microscopy, Oxford University Pres, NEW YORK.

Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekât, L., Leblebici, E. (200). Tohumlu Bitkiler Sistematiği, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 116, Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR.

Strasburger, E. (1971). Strasburger's Textbook of Botany, 30. ed. Longman, LONDON-NEWYORK.

Toker, M.C. (2004). Bitki Morfolojisi, A. Ü. Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları No: 56, ANKARA.

Vardar, Y. (1981). Bitki Anatomisi Dersleri II Organlar, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 29, E. Ü. Fen Fakültesi Baskı İşleri, Bornova-İZMİR.

Vardar, Y. (1982). Bitki Anatomisi Dersleri I Hücre ve Dokular, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 26, E. Ü. Fen Fakültesi Baskı İşleri, Bornova-İZMİR.

Vardar, Y. (1987). Botanikte Preparasyon Tekniği, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 1, E. Ü. Fen Fakültesi Baskı İşleri, İZMİR.

Yentür, S. (1984). Bitki Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 3283, Dekanlık No: 191, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, İSTANBUL.

Yentür, S. (1989). Bitki Anatomisi Laboratuvar Atlası, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 3545, Dekanlık No: 209, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, İSTANBUL.

# İNDEKS